

Antonino Fernandes Sousa

# QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL CONSUMIDA NAS CIDADES DA PRAIA E ASSOMADA

Licenciatura em Ensino da Biologia



**ISE 2007**

## Qualidade da Água potável consumida nas cidades da Praia e Assomada

Trabalho científico apresentado ao I.S.E para obtenção do grau da Licenciatura em Biologia ramo Educacional, sob orientação da **Eng.<sup>a</sup> Lourdes Lima** e Co – orientadora **Irilsys Melo Hernandes**.

ISE 2007

Trabalho científico apresentado ao I.S.E para obtenção do grau de Licenciatura no ensino da Biologia.

Elabora por, Antonino Fernandes Sousa, aprovado pelos membros do júri, foi homologado pelo conselho Científico – Pedagógico, com requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Ensino da Biologia.

### **O JÚRI**

---

---

---

Praia, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Agradecimentos

O resultado ora apresentado só foi possível graças ao apoio total do Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, entidade a que gostaria de aqui dirigir expressamente o meu elevado sentido de gratidão e reconhecimento, bem como a todos aqueles que de uma forma ou de outra responderam positivamente às minhas solicitações, e passo a destacar os principais intervenientes, sem esquecer os demais:

O Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos que me acolheu, proporcionando-me a oportunidade de realizar este trabalho ao acreditar no projecto, e de modo especial o seu Presidente, Eng. António Pedro Borges, que me garantiu todos os meios disponíveis nessa instituição para que pudesse concentrar-me no trabalho, agora chegado ao término.

Um as palavras de agradecimento a Eng.<sup>a</sup> Lourdes Lima e Eng.<sup>a</sup> Química Erilsys Melo Hernandes que tiveram a amabilidade de aceitar o meu pedido, colocando-se à disposição como orientadores na elaboração do presente trabalho.

Ao Departamento de Geociências do Instituto Superior de Educação, em especial ao Dr. Alberto da Mota Gomes, que me encorajou e estimulou para consolidar estas páginas.

Destaco ainda, do Departamento de Controlo da Água do INGRH, o Sr. Ricardo Lopes que me apoio na recolha das amostras em diversas localidades.

À minha mulher M.<sup>a</sup> Conceição e ao meu filho Márcio, que me ajudaram muito, tanto na elaboração do trabalho como na paciência infinita em acompanhar-me nas «marchas forçadas» necessárias à finalização do mesmo e em muitas outras ocasiões.

Neste percurso, várias foram as instituições e respectivos responsáveis que me franquearam as suas portas, pondo ao meu dispor o seu conjunto documental, facilitando-me as consultas e a reprodução de todo o material necessário: Electra, Ministério da Saúde, Biblioteca Nacional, Câmara Municipal da Praia, Serviços Autónomos de Água de Santa Catarina.

A todos, o meu reconhecimento e a minha profunda gratidão.

## Siglas e Abreviaturas

°C = Graus Celsius

Cm = Centímetros

l = Litro

HNO<sub>3</sub> = Ácido nítrico

g = Grama

m = Metro(s)

ml = Mililitro

V. M. R = Valor Máximo Recomendado

V. M. A = Valor Máximo Admissível

E. A. A = Espectrofotometria de Absorção Atómica

INGRH = Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

m<sup>3</sup>/h = Metro cúbico por hora

NTU = Unidade Neuphalamétrica de Turvação

Kg/cm<sup>2</sup> = Quilograma por centímetro quadrado

g / l = Grama por litro

CaCO<sub>3</sub> = Carbonato de cálcio

INE = Instituto Nacional de Estatística

NO<sup>3</sup> = Nitrato

SO<sup>4</sup> = Sulfato

µS/cm = Micro Simens por centímetro

UV = Ultra Violeta

K<sub>w</sub> = Constante de ionização

H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> = Ião hidrogénio

OH<sup>-</sup> = Ião hidróxido

OMS = Organização Mundial de Saúde

U E = União Europeia

DD = Dose desejada

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = Peróxido de hidrogénio

AgNO<sub>3</sub> = Nitrato de prata

mg / l = Miligrama por litro

K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> = Cromato de potássio

NaCl = Cloreto de Sódio

NO<sub>2</sub><sup>-</sup> = Nitrito

V= Volume

## **Resumo**

A água é um elemento imprescindível para a sustentação da vida na Terra. A garantia de consumo humano de água segundo padrões de qualidade adequados é uma questão relevante para a saúde pública.

O presente trabalho tem como finalidade analisar a qualidade da água potável abastecida às populações das cidades da Praia e da Assomada.

Para tal, foram realizadas análises dos parâmetros Organolépticos, físicos e químicos. Os métodos e técnicas utilizados durante a monitorização das análises foram as titulações, electrometria, turbidimetria, espectrometria e cálculos. Os resultados das análises das 20 amostras de águas colectadas nos principais reservatórios, furos de exploração e chafarizes de abastecimento às populações foram comparados com os valores máximos permissíveis para o consumo humano de acordo com os padrões da Organização Mundial de Saúde e da União Europeia.

Com os últimos resultados das análises efectuadas em Dezembro de 2006 a uma amostra de água colectada no furo FBE 117 - Bolanha, na cidade de Assomada, detectou-se que os parâmetros físico-químicos analisados não atenderam os valores legais: Mineralização - 1.570; Condutividade - 1.851; Salinidade - 0,9; Magnésio - 1.261; Cloretos - 2.485.

Com os registos frequentes de casos de doenças por Malária, Febre Tifóide, e Doenças Diarreicas a evidenciar uma possível contaminação da água potável, é necessário ampliar o período de estudo das análises de água abastecida para consumo, assim como a análise bacteriológica.

## Índice

INTRODUÇÃO .....	9
Capítulo I: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	11
1 Localização geográfica das áreas de estudo .....	11
2 Geologia e forma de relevo .....	12
3 Aspectos climáticos .....	12
4 Aspectos Hidrogeológicos .....	13
Capítulo II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA .....	16
1 Origem da água na Terra .....	16
2 A Água no Universo .....	17
3 Classes das águas doces.....	18
Capítulo III: ÁGUA E DOENÇAS .....	21
1 Doenças relacionadas com a água .....	21
2 Casos de doenças registadas na Praia e Assomada relacionadas com a água .....	23
Capítulo IV: DESINFECÇÃO DA ÁGUA .....	25
1 Formas de desinfecção.....	25
2 Desinfecção da água em Cabo Verde .....	29
3 Outras formas de desinfecção utilizadas em Cabo Verde .....	30
Operação .....	31
Capítulo V: ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO .....	33
1 Critérios de qualidade da água potável .....	34
2 Critérios de verificação de conformidade da qualidade de água para o consumo humano .....	34
3 Parâmetros de qualidade da água.....	35
Capítulo VI: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	44
1 Distribuição da água na cidade da Praia .....	45
2 Distribuição da água na cidade de Assomada .....	46
3 Água dessalinizada .....	46
Capítulo VII: MATERIAIS E MÉTODOS .....	48
1 Metodologia.....	48
Capítulo VIII: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E .....	52
DISCUSSÃO .....	52
1 Discussão .....	62
Capítulo IX: CONCLUSÃO .....	66
1 Recomendações .....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXOS - 1 .....	70
ANEXOS - 2.....	71

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-Estimativa de exploração dos pontos de água na ilha de Santiago .....	14
Tabela 2 -Distribuição da água no planeta .....	18
Tabela 3 – Número de casos de doenças relacionadas com a água registados no concelho da Praia .....	24
Tabela 4 – Número de casos de doenças relacionadas com a água registados no concelho de Santa Catarina .....	24
Tabela 5 – Fórmula de desinfecção de reservatório .....	29
Tabela 6 – Forma de desinfectar um reservatório de secção circular .....	31
Tabela 7 – Concentração máxima permitida de algumas variáveis de qualidade de água. ....	42
Tabela 8 – Formula para determinar o parâmetro alcalinidade .....	50
Tabela 9 – Formula para determinar o parâmetro dureza .....	50
Tabela 10- Formula para determinar o parâmetro cálcio .....	50
Tabela 11 – Análise da água da galeria de águas verdes .....	53
Tabela 12 – Análise da água do reservatório de trindade .....	54
Tabela 13 – Análise da água do chafariz de Vila Nova .....	55
Tabela 14 – Análise da água do chafariz de São Filipe .....	56
Tabela 15 – Análise da água do laboratório central da Electra .....	57
Tabela 16 – Análise da água do reservatório de Monte Babosa .....	58
Tabela 17 – Análise da água do reservatório de Eugénio Lima .....	59
Tabela 18 – Análise da água do furo de Achada Galego .....	60
Tabela 19 – Análise da água do furo de Bolanha .....	61



## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1- Esquema de uma planta de Osmose Inversa para água do mar .....	47
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Apresentação dos valores dos parâmetros fora dos padrões da OMS.....	63
Gráfico 2 Apresentação dos valores do parâmetro Dureza.....	63
Gráfico 3 Apresentação dos valores do parâmetro Magnésio.....	64
Gráfico 4 Apresentação dos valores do parâmetro Cálcio.....	64
Gráfico 5 Apresentação dos valores do parâmetro Nitrito.....	65

## INTRODUÇÃO

A qualidade da água requer um conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos, biológicos e microbiológicos que permite avaliar a sua adequação para determinados usos directos ou potenciais usos indirectos.

A água, sendo um elemento fundamental da vida, a sua disponibilidade pela qualidade é condição indispensável para a própria vida, pelo que condiciona a qualidade de vida.

Daí que o consumo da água contaminada por agentes biológicos ou físico – químicos tem provocado diversos problemas à saúde, causando uma elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos.

De acordo com os dados do relatório sobre a qualidade de água da Organização Mundial de Saúde do ano de 2005, quatro quinto (4/5) das doenças nos países menos desenvolvidos estão directamente relacionadas com o consumo da má qualidade de água, sendo a diarreia a causa dominante da morte infantil.

Com o surgimento de algumas epidemias de doenças, nomeadamente a Cólera e a Malária ou Paludismo nas cidades da Praia e Assomada, com registos de óbitos, ressalta que as principais causas dessas epidemias estão relacionadas com a ingestão e o contacto da água contaminada, ou por meio de insectos vectores que se desenvolvem na água. E, com as frequentes reclamações por parte da população através da comunicação social sobre a quantidade e a qualidade de água abastecida às populações da Praia e de Assomada, muitas pessoas põem a dúvida sobre a sua potabilidade, alegando riscos que podem surgir na saúde pública, caso a qualidade seja má. Estas são as principais razões que me incentivaram a pesquisar sobre tal situação.

O trabalho foi realizado em duas fases:

- Durante a primeira fase foram realizadas pesquisas bibliográficas, consultas de sites e o Decreto-Lei n.º 8/2004 de 23 de Fevereiro de 2004.

- E na segunda fase foram realizadas colectas de dados, recolhas das amostras de água nos principais reservatórios e pontos de água de abastecimento de água às cidades da Praia e Assomada e realização das análises das amostras no Laboratório de Controlo de Água do Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, determinando os valores máximos dos parâmetros organolépticos, físicos e químicos de qualidade de água.

Este trabalho tem como objectivo avaliar a qualidade bacteriológica e físico-química das águas subterrâneas e dessalinizada, utilizadas para o consumo humano, captadas através dos furos e produzidas pela ELECTRA nas referidas cidades, que posteriormente se misturam nos principais reservatórios de abastecimento, neste caso na Praia, noutro caso na Assomada.

## **Capítulo I:**

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **1 Localização geográfica das áreas de estudo**

A ilha de Santiago situa-se a sul do arquipélago de Cabo Verde, integrada no grupo das ilhas de Sotavento, entre os paralelos de 14° 15' e 15° 20' N e os meridianos de 23° 50' e 23° 20' Oeste.

Santiago é a maior ilha do arquipélago, ocupando uma área emersa de 991Km<sup>2</sup>. Apresenta uma forma adelgada na direcção Norte – Sul e alonga-se no comprimento máximo de 54,9Km entre Ponta Moreia, a Norte, e a Ponta Mulher Branca a Sul e numa largura máxima de 20Km entre a Ponta Janela, a Oeste e a Ponta Praia Baixo a Leste.

O maciço do Pico de Antónia é o ponto mais alto da ilha, com 1392m, a seguir, e para o norte está o maciço da Serra Malagueta, com a altitude máxima de 1063m.

Entre os dois principais maciços orográficos encontra-se uma extensa zona de altitudes acima da cota dos 500m, com planícies e achadas da região de Santa Catarina, com alguns cones eruptivos, bastante rebaixados por uma intensa erosão.

Santiago está constituída administrativamente por nove concelhos e onze freguesias.

O concelho da Praia, o maior, localizado na parte Sul da ilha, ocupa uma área de 281,2Km<sup>2</sup>, enquanto que o concelho de Santa Catarina é o segundo maior da ilha, situado na parte central e apresenta uma área de 242,9Km.

Segundo os últimos dados do Instituto Nacional de Estatística<sup>1</sup>, a cidade da Praia em 2005 após a criação do Município de Ribeira Grande tinha cerca de 114 688 habitantes, o equivalente a

---

<sup>1</sup> TAVARES, JULIETA, MATILDES, e tal. Praia é e continua a ser maior centro populacional de Cabo Verde. In INICIATIVA nº 11. Março /Abril de 2006

24% da população residente, o que significa cerca de 1 182 habitantes por Km<sup>2</sup>, ou seja a maior densidade populacional do país.

De acordo com os dados do Censo 2000, Santa Catarina tinha uma população total de 41 584 habitantes dividida pelas freguesias de Santa Catarina e São Salvador do Mundo (Picos).

## **2 Geologia e forma de relevo**

Segundo AMARAL (1964:137) a ilha de Santiago é como todas as ilhas do arquipélago, de origem vulcânica, constituída fundamentalmente por rochas basálticas com os inerentes produtos piroclásticos (brechas, lapilli e tufo) derramados por uma cratera principal situada no Pico de Antónia. Todo este conjunto assente sobre a *série de base* deformado e atravessado por filões. Esses materiais foram acumulados no decurso de erupções submarinas e constituem por toda a parte o substrato da ilha.

A região de St<sup>a</sup> Catarina apresenta uma superfície ligeiramente ondulada, erizada de cones de alturas variáveis que se estende desde a escarpa vigorosa da Serra Malagueta até ao contraforte do Pico da Antónia. Toda essa superfície os materiais da *série de base*, tufos brechóides atravessados por filões ocorrem mantos espessos de basaltos de estrutura geral colunar, muitas vezes com intercalações e piroclastos ou tufos avermelhados em camadas de colunar, muitas vezes com intercalações e piroclastos ou tufos avermelhados em camadas de fraca espessura. Segundo BARCELAR (1932:5), os basaltos e os produtos piroclásticos ocupam 92% de área de ilha.

## **3 Aspectos climáticos**

À semelhança do que acontece em todo o arquipélago de Cabo Verde, a cidade da Praia e de Assomada são caracterizadas pelas duas estações climáticas. A estação seca de longa duração, cobre um período, aproximadamente, nove meses (Novembro a Julho) e é marcada pela ausência total de precipitações. Os meses de Julho e Novembro são de transição.

A estação húmida corresponde aos meses de Julho, Agosto, Setembro e Outubro, com precipitações concentradas, principalmente, nos meses de Agosto e Setembro. Essas precipitações ocorrem em alguns dias e, por vezes de carácter torrencial na zona de Assomada. (Ver Anexo, Quadro I Pluviometria (mm) mensal e anual)

A distribuição das precipitações está concentrada num reduzido número de dias anuais, o que permite uma rápida evaporação e escoamento superficial e reduzida infiltração, devido ao seu carácter torrencial.

Em termos climáticos, Assomada possui um microclima de altitude, com precipitações elevadas quando de acordo com os dados registados na estação de Assomada.

Devido à proximidade do mar, as ilhas de Cabo Verde apresentam uma humidade relativa moderada. As zonas de altitude, como o caso de Assomada, apresentam uma humidade relativa elevada, devido à forte nebulosidade aliada aos condicionalismos orográficos locais que favorecem a frequente ocorrência de precipitações ocultas.

## **4 Aspectos Hidrogeológicos**

Segundo GOMES (1999:25) em todo o arquipélago a água utilizada com excepção da água dessalinizada tem origem das chuvas. Assim, os recursos hídricos subterrâneos e superficiais são alimentados pela precipitação.

O armazenamento e a circulação das águas subterrâneas se processam através de fissuras existentes nos mantos basálticos sub aéreos com intercalação de piroclastos recortados por filões, e dos mantos basálticos submarinos (Pillow-lavas), acabando por constituir o aquífero principal, geologicamente designados por Complexo Eruptivo Principal.

Esse armazenamento de águas subterrâneas nos aquíferos deve-se também à presença de formações geológicas relativamente impermeáveis.

A exploração de recursos hídricos é efectuada através da captação das nascentes; - captação das águas nos aquíferos aluvionares; - poços subterrâneos e drenos sub-horizontais; - galerias (até 2,2 km de comprimento); - furos explorados nos aquíferos basálticos (mais de 100/metros de profundidade)

Em Santiago as águas subterrâneas têm origem a partir das precipitações em que uma certa percentagem ao interceptar-se com o solo e as folhas das árvores, evapora-se. A outra parte, escoase à superfície, atingindo o oceano através das redes hidrográficas.

A percentagem da água que infiltra através de fendas e fracturas atinge as rochas armazenas e acumula-se no aquífero principal – o Complexo Eruptivo do Pico de Antónia. Desse Complexo Eruptivo do Pico de Antónia sai três grandes áreas de drenagem que se podem delimitar por linhas tiradas do Pico Antónia. Uma para a Medronha (Tarrafal), passando pela Quebrada, a segunda para a baía de Santa Clara, passando pela Achada Lagoa e a terceira para a Ponta Prinda, através de Pedra Branca e Ribeirão Chiqueiro. (AMARAL 1964: 149)

A exploração dos recursos hídricos em toda a ilha é feita nos principais pontos de água, através de furos de explorações, galerias, poços e nascentes. (ver tabela 1).

Tabela 1-Estimativa de exploração dos pontos de água na ilha de Santiago

Concelho	Nascente	Caudal M <sup>3</sup> /dia	Furos N.º s	Caudal M <sup>3</sup> /dia	Poços N.º s	Caudal M <sup>3</sup> /dia
Tarrafal /Calheta	158	1241	22	2528	64	1231
Santa Catarina	405	10563	46	1125	85	2508
Santa Cruz	153	2396	36	4493	170	9584
Praia S. Domingos	216	9540	54	4911	260	1749
<b>Total</b>	932	23740	158	13057	579	15072

(Fonte: Sector dos Recursos Hídricos, diagnóstico sectorial, Abril de 1997 I.N.G.R.H)

#### 4.1 Características das unidades hidrogeológicas

De acordo com as características das formações geológicas, inventário de pontos de água, sondagens mecânicas e ensaios, é possível estabelecer provisoriamente, um esquema hidrogeológico geral da ilha.

***a) Série de base***

O Complexo Eruptivo Interno Antigo (C A), Formação dos Flamengos (FF), a Formação dos Órgãos (CB), constituem esta série. (AMARAL, 1980: 154)

***b) Série Intermediária***

Esta é constituída pela formação de Assomada (A) e pelo Complexo Eruptivo Principal do Pico de Antónia (PA)

Os Complexo Eruptivo Principal (PA) são constituídos fundamentalmente por mantos basálticos sub aéreos e submarinos com intercalações de piroclastos. Apresenta fracturação vertical, a porosidade e a permeabilidade são elevadas, o que lhe permite ser o principal aquífero da ilha. (AMARAL 1964: 60)

***c) Série Recente***

A formação de Monte das Vacas (MV) e as aluviões constituem esta série. O Monte das Vacas é fundamentalmente formado por cone de piroclastos, com elevada porosidade e permeabilidade.



## **Capítulo II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA**

A água é um recurso natural com características muito especiais, indispensáveis ao homem e aos outros seres. É componente privilegiado da própria vida e suporte essencial dos ecossistemas.

A sua composição química foi demonstrada no século XVIII, pelo cientista Antoine Laurent Lavoisier, afirmando que a água é composta por dois elementos químicos, o hidrogénio e o oxigénio. (BRANCO 2000: 14)

Em 1805, Louis-Joseph Gay-Lussac, e Alexander Von Humboldt verificaram que a proporção dos dois elementos químicos na molécula da água era de 2 para 1, o que conduziu, à fórmula  $H_2O$ .

A água na natureza apresenta propriedades excepcionais, desempenhando um papel como vector do calor e é um bom solvente. Devido a essas propriedades excepcionais apresenta na natureza em três estados: sólido, líquido e gasoso a temperaturas relativamente próximas; Apresenta calores latentes com mudança de fase (sólido - líquido e líquido - gás) muito elevados, bem como uma capacidade calorífica muito forte; Desempenha um papel fundamental no transporte e distribuição dos minerais à superfície da Terra. (BRANCO 2000: 14)

A água é uma substância ideal para garantir a estabilidade interna, quer do ponto de vista químico, quer do ponto de vista físico dos organismos.

### **1 Origem da água na Terra**

Duas hipóteses são admitidas para explicar a presença da água na Terra.

A primeira baseia-se no aprisionamento pelo planeta de um grande número de cometas formados principalmente de gelo. Tais cometas tiveram sua origem fora do Sistema Solar, a partir de nuvens inter estelares, poeira e partículas de água no estado sólido. Grande número deles teria sido atraído para dentro do nosso sistema planetário, à força gravitacional dos planetas de grande massa, como Júpiter e Saturno. (BRANCO 2000)

De quando em quando alguns deles passam muito próximo de um planeta, desestabilizando sua trajetória e vindo a chocar-se com a sua superfície. Isso teria originado, em épocas mais primitivas do Sistema Solar em formação, um verdadeiro bombardeamento dos planetas com núcleos de gelo dos cometas. Esse bombardeio teria coincidido com um certo grau de arrefecimento, já permitido que a água neles contidos não mais se desintegrasse, permanecendo então prisioneira. Foi o que provavelmente ocorreu na Terra.

A segunda hipótese, é hoje mais verosímil, designada «Teoria da nuvem quente», que pretende que a matéria dispersa entre as estrelas, que se juntou para formar o Sistema Solar, aqueceu sob efeito compressor das forças da gravidade, concentrando-se à volta do que se tornaria o Sol. Quando este se iluminou, depois de acumular 98% da massa do Sistema Solar, os magros restos da sua bulimia formaram então uma nuvem quente feita de gás. Ao esfriar, os elementos pesados e refractários, os sílico-aluminato metálicos são os primeiros a condensarem-se para formarem os planetas ditos telúricos. (BRANCO 2000)

## **2 A Água no Universo**

A água se forma, em diferentes regiões do Universo a partir de átomos de hidrogénio e oxigénio. O hidrogénio representa mais de 70% da massa do universo visível, enquanto o oxigénio constitui cerca de 1% dela. (MARSYLY, 1994: 12 - 18)

A água, na forma de vapor ou de gelo, é encontrada na atmosfera de algumas estrelas, nas nuvens, moléculas interestelares, em vários satélites de gelo do Sistema Solar, nos cometas e também nos planetas.

Embora a presença da água já tenha sido identificada em todo o Universo, somente na Terra foi comprovada, até agora, a sua existência no estado líquido.

A água no nosso planeta, constitui cerca de 1,3 bilhões de quilómetros cúbicos de água que preenchem os vazios da crosta terrestre, cobrindo três quartos da superfície terrestre, integrando a atmosfera. (MARSYLY, 1994: 34 - 42)

De acordo com os dados mais recentes das avaliações, os 1 360 quatrilhões de toneladas de água do planeta encontram-se assim distribuídos:

Tabela 2 -Distribuição da água no planeta

<b>Distribuição</b>	<b>Stock em Km3</b>	<b>% do total</b>
Oceanos	1 350 000 000	97,41
Glaciares	27 500 000	1,984
Águas subterrâneas	8 200 000	0,529
Mares interiores	105 000	0,00758
Lagos de água doce	100 000	0,00722
Humidade do solo	70 000	0,00505
Humidade do ar	13 000	0,00094
Rios	11 700	0,00012
<b>Total</b>	<b>1 385 989 700</b>	<b>100</b>

(Fonte: MARSYLY GLISLAN. A Água. World Resources. Instituto Piaget, 1994)

Estes números dizem respeito apenas à água contida na crosta terrestre, ou seja, aos cerca de dez primeiros quilómetros abaixo da superfície. Sabe-se que o manto, cuja espessura seja de 2 900Km contém também um pouco de água, incorporada na matéria pastosa, calculando-se o seu peso em cerca de 0,3%.

### **3 Classes das águas doces**

As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em usos menos exigentes, desde que estes não prejudiquem a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

As águas doces são classificadas em:

### **3.1 Classe especial – Águas destinada**

- Ao abastecimento para o consumo com desinfecção;
- À preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas e,
- À preservação dos ambientes aquáticos em unidade de conservação de protecção integral.

### **3.2 Classe 1 – Águas destinada**

É destinada ao abastecimento para o consumo humano com desinfecção simplificada, ou seja, com clarificação por meio de filtração e desinfecção e correcção de pH quando necessário.

- À protecção das comunidades aquáticas;
- À reacção de contacto primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e ingeridas cruas sem remoção de película e,
- À criação natural com ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

### **3.3 Classe 2 – Águas destinadas**

É destinada ao abastecimento para o consumo humano, após o tratamento convencional, isto é, após à clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correcção de pH.

- À protecção das comunidades aquáticas;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardim, campos de desporto e lazer com os quais o público possa vir a ter contacto directo e,
- À criação natural com ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

### **3.4 Classe 3 – Águas destinada**

É destinada ao abastecimento doméstico, após o tratamento convencional, isto é, após a clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correcção de pH.

- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À dessedentação de animais.

### **3.5 Classe 4 – Águas destinada**

É destinada :

- À navegação;
- Harmonia paisagística e,
- Aos usos menos exigentes.

## **Capítulo III:                   ÁGUA E DOENÇAS**

A água tem influência directa sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano.

A qualidade da água, por si só, (em particular a qualidade microbiológica da água), tem uma grande influência sobre a saúde. Se não for adequada, pode ocasionar surtos de doenças e causar sérias epidemias.

Os riscos à saúde associados à água, podem ser de curto prazo, quando resultam da poluição da água causada por elementos microbiológicos ou químicos, ou de médio e longo prazos, quando resultam do consumo regular e contínua durante meses ou anos de água contaminada com produtos químicos, como certos metais ou pesticidas.

### **1    Doenças relacionadas com a água**

A água, microbiologicamente contaminada, pode transmitir uma grande variedade de doenças infecciosas, através de diversas formas:

1) Doenças provocadas pela ingestão directa da água contaminada com urina ou fezes humanas ou animais, contendo bactérias ou vírus patogénicos, Protozoários, Helmintos, como por exemplo a Cólera, a Malária e a Giardíase.

## **Cólera**

A Cólera é uma infecção intestinal aguda, causada pelo *vebrio cholerae*, uma bactéria que se multiplica rapidamente no intestino humano, produzindo potente toxina que provoca diarreia intensa. Ela afecta apenas os seres humanos.

A transmissão é principalmente através de ingestão de água ou alimentos contaminados ou directamente através dos dejectos fecais de doentes por ingestão oral.

## **Giardiase**

A Giardiase é uma doença infecciosa, mais frequente no mundo, causado por um protozoário, designado por *Giardiase Lamblia* ou *Giardiase intestinais* que acometem, principalmente a porção superior do intestino delgado. (E.C.FAUST, P.C.BEAVER, et al 1987: 78)

A transmissão em humanos, se processa através da ingestão de cistos dos parasitas presentes na água e nos alimentos contaminados, ou pelo contacto com as fezes de animais ou humanos infectados. (E.C.FAUST, P.C.BEAVER, et al, 1987: 78)

Os grupos mais acometidos são as crianças, geralmente menores de 5 anos e indivíduos imunossuprimidos.

Incluem ainda dentro desse grupo, a febre tifóide, amebiase, leptospirose, hepatite infecciosa, diarreia aguda, e diversos encefalites.

2) Doenças causadas por parasitas encontradas em organismos que vivem na água ou por insectos vectores com ciclo de vida na água.

O contacto com a água infectada, permite que o parasita causador da doença se introduza através da pele ou da boca. Esta doença infecta mais de 200 milhões de pessoas e a sua prevalência provavelmente está aumentando, como é o caso da Malária ou Paludismo.

## **Malária ou Paludismo**

A malária ou paludismo está presente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. O maior foco da transmissão é a África – Sahariana, onde ocorrem 90% dos casos do mundo, com cerca de 1 milhão de óbitos.

A malária é uma doença infecciosa, causada por um protozoário unicelular, com o ciclo de vida na água, do género *plasmodium*.

O agente etiológico é parasita pertencente à ordem coccidiida, subordem Haemosporidiidea, família plasmodiidae, género *plasmodium*.

A transmissão do parasita é feita de uma pessoa para outra, por intermédio da picada da fêmea de um mosquito, do género *Anophelos*, que necessita de sangue para sua alimentação.

Para além da Malária, incluem ainda a esquistossomose, denque, febre amarela, filarioses e encercoses. (E.C.FAUST, P.C.BEAVER, et al, 1987: 78- 83).

3) Doenças causadas pela falta de limpeza e de higiene com água, provocadas por má higiene pessoal ou contacto da água contaminada na pele ou nos olhos.

Incluem a maior parte das doenças como escabiose, pediculose (piolho), trocoma, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose tricuriase enterobiase, ancilostomiasas, as caridiasas. (E.C.FAUST, P.C.BEAVER, et al 1987: 83)

Muitas destas doenças também podem ser transmitidas pelos alimentos, pelo contacto da mão com a boca e por outros meios.

A cada ano, segundo a Organização Mundial de Saúde, mais de cinco milhões de seres humanos morrem de alguma doença associada à água não potável, ambiente doméstico sem higiene e falta de sistema para eliminação de esgoto.

## **2 Casos de doenças registadas na Praia e Assomada relacionadas com a água**



Cabo Verde tem se deparado com casos de surtos e epidemias de doenças que estão relacionadas com a água ao longo da sua história. Esses casos têm afectado bastante a população da Praia e de St<sup>a</sup> Catarina.

Número de casos de doenças relacionadas com a água registados nos concelhos da Praia e Santa Catarina desde 1996-2005 (Ver tabela 3 e 4)

Tabela 3 – Número de casos de doenças relacionadas com a água registados no concelho da Praia

Ano	Cólera	Febre tifóide	D. Diarreicas		Paludismo		PFA
			< 5 anos	5 e + anos	Autoc.	Import.	
1996	0	16	4999	1156	2	18	
1997	0	5	1274	424	0	0	
1998	89	65	4310	973	7	21	
1999	16	42	4815	2209	27	6	
2000	0	24	4782	2358	6	5	20
2001	0	17	4788	1845	95	7	6
2002	0	12	3001	1339	11	7	3
2003	0	10	3386	1783	38	15	2
2004	0	ND	2582	ND	25	10	0
2005	0	ND	3609	1246	47	12	1

(fonte: serviço de Vigilância Epidemiológica do Ministério da Saúde)

Tabela 4 – Número de casos de doenças relacionadas com a água registados no concelho de santa Catarina

Ano	Cólera	Febre tifóide	D. Diarreicas		Paludismo		PFA
			< 5 anos	5 e + anos	Autoc.	Import.	
1996	0	15	2691	1208	46	3	
1997	0	0	882	528	0	0	
1998	1	18	2447	1064	0	7	
1999	1	24	2490	2341	56	1	
2000	0	42	1871	1285	114	4	5
2001	0	33	1912	936	3	0	0
2002	0	67	1239	636	0	0	1
2003	0	269	978	876	0	2	0
2004	0	ND	1406	ND	1	2	1
2005	0	ND	948	879	2	1	0

(fonte: serviço de Vigilância Epidemiológica do Ministério da Saúde)

## **Capítulo IV: DESINFECÇÃO DA ÁGUA**

A desinfecção da água é uma operação complementar da filtração em muitas instalações, mas pode ser o único meio de tratamento das águas límpidas que dispõe tratamento prévio. Ela é uma prática indispensável nos grandes abastecimentos públicos e em especial nos que empregam água superficial ou água subterrânea bacteriologicamente impura. É um tratamento final por substâncias dotadas de propriedades bactericidas.

O objectivo fundamental da desinfecção tem por finalidade destruir todos os germes não esporulados de origem intestinal e particularmente os germes patogénicos, menos resistentes do que os saprófitas.

### **1 Formas de desinfecção**

Para se conseguir a eliminação de sabores, odores e a melhoria da qualidade microbiológica da água são usados diversos sistemas de desinfecção que permitem garantir a qualidade da água de abastecimento às populações. (MARCÓ J. 2003: 22)

Os sistemas de desinfecção baseiam-se essencialmente na aplicação de: cloro ou hipoclorito; Ozono; Radiação Ultravioleta (UV)

#### **1.1 Desinfecção com cloro ou hipoclorito de cálcio**

O cloro ou hipoclorito de cálcio é o biocida mais empregado na desinfecção da água destinada ao consumo humano. É usado sob a forma de cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ), de hipoclorito de sódio (água de Javel) ou de hipoclorito de cálcio (em pó), para o tratamento de grandes volumes de água, e sob forma complexa, como os cloraminas, para o tratamento eventual de pequenos volumes.

A cloragem é um meio de desinfecção para grande parte das estações de tratamento, bem como para uso generalizado em piscinas públicas.

A água da rede dispõe de cloro residual que se destina à protecção contra uma possível contaminação microbiológica, mas a presença de um depósito de acumulação e a extensão das condutas de distribuição fazem com que este nível de cloro seja reduzido ou desapareça por completo. Por este motivo, nas instalações em que existam depósitos de acumulação e apesar da água ser previamente clorada é imprescindível realizar uma regulação do valor do cloro residual e ajuste desse mesmo valor através de um quadro de controlo electrónico. E neste quadro de controlo é usual utilizar um circuito de recirculação com bomba e onde se instala a sonda de controlo de cloro. (MARCÓ J, 2003)

A medição regular do teor de cloro residual, permite controlar o funcionamento dos equipamentos e ausência de contaminação na rede de distribuição de água. A concentração de cloro residual tolerada pode apresentar variação, isto depende de país para país e dos hábitos dos consumidores.

A O M S considera que uma concentração de 0,5 mg/l de cloro livre residual na água depois de um tempo de contacto de 30 minutos, garante uma desinfecção satisfatória. Por outro lado, a OMS salienta que não se observa nenhum efeito nocivo à saúde, no caso de concentrações de cloro livre chegam a 5mg/l. (www. OMS. Pt)

Todo o sistema de desinfecção baseado em cloro ou hipoclorito deverá ter um controlo rigoroso sobre o valor do pH.

A dose de aplicação depende das características microbiológicas bem como do valor do pH.

### **1.1.1 Vantagens e desvantagens da desinfecção com o cloro**

O cloro é utilizado em mais de 90% (noventa por cento) das instalações de tratamento de água de abastecimento público no mundo, devido as suas inúmeras vantagens:

- Tem efeito residual, económico e de uso expedito;
- Pode ser facilmente neutralizado;
- Fácil controlo de sua desinfectação, uso fácil e simples;

A desvantagem do tratamento de água pelo cloro ou hipoclorito pode provocar aparecimento de gosto estranho, que são na maior parte dos casos, um simples gosto do cloro ou gosto de clorofinóis, também conhecido por gosto de iodofórnia. (MARCÓ J. 2003: 23-24)

O cloro é um gás venenoso e corrosivo, e que requer cuidados no seu manuseamento.

## **1.2 Desinfectação com ozono**

O ozono é um gás incolor de cheiro característico, muito instável e decompõem-se produzindo oxigénio. O ozono, em quantidade à indicada para o cloro actua como um poderoso agente desinfectante. Em presença da matéria orgânica e de outras substâncias oxidáveis, o ozono ( $O_3$ ) perde o seu terceiro átomo de oxigénio e transforma-se em oxigénio ( $O_2$ ). O oxigénio nascente, assim libertado, destrói as bactérias, oxida as diversas substâncias que fixam, reduzindo a cor de água e os gostos que esta apresenta.

O tempo de actuação é de 5 a 10 minutos e quando aplicada em quantidade apropriada dá uma água de alta qualidade higiénica. Esta quantidade precisa de ser determinada laboratorialmente. (MARCÓ J. 2003: 23 - 24)

### **1.2.1 Vantagens e desvantagens da desinfectação com ozono.**

O ozono tem a vantagem de não produzir gosto e de reduzir mais intensamente do que o cloro a cor e os gostos próprios de certas águas antes do tratamento. O ozono pode ser aplicado em quantidade superior à da actuação bactericida, porque o excesso desprende-se por si só, rapidamente sem ficar resíduo.

As desvantagens do ozono, em relação ao cloro são o custo mais elevado das instalações e do funcionamento, o que onera o preço do tratamento.

O ozono é tóxico para o ser humano, sendo um gás irritante para as mucosas dos olhos, nariz e garganta, bem como para vias respiratórias. Por este motivo uma vez utilizado, o ozono deve ser eliminado da água tratada. (MARCÓ, J. 2003: 24)

### **1.3 Desinfecção com radiação Ultravioleta**

A radiação ultravioleta, tem acentuado efeito bactericida, sem que interfiram aparentemente na modificação de outros constituintes orgânicos e minerais de água, ou das suas características físicas.

Os geradores da ultravioleta criam uma radiação, com um comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 254nm (nanómetros) na gama de ultravioleta eficiente para a desinfecção. A molécula de DNA apresenta um máximo de absorção neste comprimento de onda. Desta forma irradiando o DNA com radiação de 254nm, provoca uma reacção que inibe o metabolismo e a consequente neutralização dos agentes patogénicos. (MARCO J. 2003: 24)

Para uma desinfecção da água é necessário uma dose mínima de radiação ultravioleta que se situa em torno de 300 a 400J/m<sup>3</sup>.

#### **1.3.1 Vantagens e desvantagens de desinfecção com radiação ultravioleta**

A utilização de geradores de radiação ultravioleta apresenta uma série de vantagens de entre as quais podem destacar:

- O tratamento tem uma elevada eficácia na eliminação de germes;

- A radiação é activa frente a bactérias e vírus;
- Uma desinfecção que não introduz nenhum produto químico na água;
- Fácil manutenção;
- Baixo custo de exploração.

O processo de desinfecção com raios ultravioletas não serve para o tratamento de grande quantidade de águas, é mais indicado para pequenas instalações, como hotéis, hospitais, etc.

Além dos sistemas de desinfecção anteriormente descritos, também se utilizam outros métodos para desinfecção de pequenas quantidades de águas, nomeadamente, desinfecção por prata, iodo e biocidas. (MARCÓ, J. 2003: 24)

## 2 Desinfecção da água em Cabo Verde

Segundo PINA, ANTÓNIO PEDRO, Técnico do Laboratório do Controlo da Água do INGRH, em Cabo Verde, os agentes da desinfecção da água mais importantes e largamente utilizados na purificação de água é o cloro ou hipoclorito. E a desinfecção é feita nos principais reservatórios de abastecimento das águas às populações e a dosagem é feita do seguinte modo:

$$\text{Quantidade do desinfectante a ser aplicada} = \frac{DD * V_{\text{do Reservatório}}}{\% \text{do cloro disponível}}$$

Tabela 5 – Fórmula de desinfecção de reservatório

(Fonte: LLOYD E. MALM. Manual de Laboratório para Química, Uma ciência experimental. 1997. Pag. 27)

DD: dose desejada = 0,7/m<sup>3</sup>;

V = Volume de água a ser tratada;

No caso particular dos concelhos da Praia e Santa Catarina as desinfecções são efectuadas nos principais reservatórios do abastecimento. Na cidade da Praia a desinfecção é feita nos reservatórios de Monte Babosa e Alto Pensamento e na cidade de Assomada ela é realizada nos

reservatórios de Covão Ribeiro e Alto Bolanha, de 24 em 24 horas, segundo as informações prestadas pelos Responsáveis da distribuição da água.

### **3 Outras formas de desinfecção utilizadas em Cabo Verde**

Para além da desinfecção por cloro ou hipoclorito utilizada nos principais reservatórios de distribuição à população, também se utiliza outras formas de desinfecção, como por exemplo a desinfecção por fervura.

#### **3.1 Desinfecção por fervura**

Ferver a água é uma maneira muito eficaz de destruir praticamente todos os organismos imediata ou potencialmente patogénicos para o homem, sejam bactérias, sob forma vegetativa e esporulada, ou parasitas (cercarias, ovos, etc.).

Para que a água se possa ser considerada desinfectada, deve manter-se a ferver durante cinco minutos, contados a partir do momento em que se atinge o ponto de ebulição (água em agitação perfeita, ou  $T^{\circ}=100^{\circ}\text{C}$ ). (LLOYD E MALM, 1997: 18)

##### **3.1.1 Desvantagens da desinfecção por fervura**

O trabalho e o custo da fervura tornam-se difícil manter esse processo sistematicamente por longos períodos, como também o gosto insípido que a água oferece depois de ser fervida, resultante da expulsão dos gases que estavam dissolvidos na água antes da sua fervura.

### 3.2 Desinfecção do reservatório

A água potável exige reservatórios limpos e desinfectados no mínimo uma vez por ano. Este procedimento é indispensável a manutenção da qualidade e sanidade de água usada em residências.

Em Cabo Verde, para a desinfecção da água para o consumo humano e domésticos contida nos reservatórios, utiliza-se o cloro ou hipoclorito de cálcio, **Ca (OCl)<sub>2</sub>** à 70% ( setenta por cento), seguindo as seguintes operações: (LLOYD E MALM, 1997: 19)

#### Operação

1. Determinar o volume da água dentro do reservatório:

**Se a secção for rectangular**, o volume do reservatório é calculado da seguinte forma: comprimento (C) pela largura (L) vezes altura (h)  **$V = c \times l \times h$**

**Se a secção for circular**, multiplica-se a área da secção pela altura.

$$V = \pi \times d^2 \times h / 4$$

Tabela 6 – Forma de desinfectar um reservatório de secção circular

(Fonte: LLOYD E. MALM. Manual de Laboratório para Química,  
Uma ciência Experimental. 1997. Pag. 28)



2 Diluir dentro de um balde cheio de água a quantidade de solução desinfectante a 1% (um por cento) indicada na tabela que corresponde ao volume que se pretende desinfectar e despejar o conteúdo do balde dentro do reservatório, fazendo a mistura com uma vara limpa. Se o reservatório tiver mais de 10 000l de água, é conveniente que essa solução seja misturada à medida que o reservatório vai enchendo a fim de se poder misturar devidamente aguardando 30 minutos para permitir o tempo de contacto do cloro com a água destinada ao consumo.

Duas horas após a desinfecção, a água é distribuída para o consumo, através da rede pública, fontenários e pelos auto-tanques das Câmaras Municipais e pelos privados.

Com o desinfectante á 70% (setenta por cento), usa-se um grama por cada metro cúbico ( $1\text{g/m}^3$ ) de água destinada ao consumo. A medida exacta do reservatório é fundamental.

Mas para o Técnico do Laboratório da Qualidade da Água é fundamental controlar o cloro livre residual, a partir de uma amostra, através do Espectrofotómetro, Disco de cor, Kit de cloro, etc.

## **Capítulo V:**

## **ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO**

A água para o consumo humano de boa qualidade, caracteriza-se por não por em risco a saúde pública, ser agradável ao paladar e à vista dos diferentes consumidores e não causar a deterioração ou destruição das diferentes partes do sistema de abastecimento.

A água para o consumo humano, pelos seus caracteres organolépticos e características da composição é classificada em: água pura; muito pura; potável; suspeita e imprópria.

Água pura é aquela que pode ser consumida pelo homem sem perigo e está isenta de poluição e contaminação, de acordo com os resultados das análises laboratoriais, de vigilância sanitária e do uso contaminado.

Água potável, segundo a O M S é aquela que atende as seguintes exigências:

- Apresenta aspecto límpido e transparente;
- Não apresenta cheiro ou gosto objectivo;
- Não contém nenhum tipo de microorganismo que possa causar doenças no ser humano;
- Não contém nenhuma substância em concentração que possa causar qualquer tipo de dano à saúde do ser humano.

Água imprópria para o consumo humano, ou seja, água poluída, é aquela que apresenta alteração das suas características físicas, em consequência do aparecimento ou aumento de substâncias causadores de turvação, cor, gosto ou cheiro.

Água contaminada é aquela que contém germes patogénicos capazes de causar doenças ao homem, provenientes de dejectos humanos, de esgotos, etc., produtos químicos dotados de toxicidade ou materiais radioactivos perigosos como Rubídio (Rb), Urânio (U), etc.

## **1 Critérios de qualidade da água potável**

Os critérios de qualidade da água potável foram estabelecidos para referenciar e concebidos como uma base, para auxiliar as autoridades nacionais e regionais na formulação de padrões e regulamentações locais, apropriados à situação socio-económica de saúde e nutrição de cada país.

Os valores referenciais indicam a concentração máxima desejável de um componente na água de modo a não acarretar risco significativo para a saúde do consumidor se este beber aquela água durante toda a vida.

## **2 Critérios de verificação de conformidade da qualidade de água para o consumo humano**

O critério de verificação de conformidade da qualidade da água para o consumo humano é um conjunto de regras que permite avaliar se a qualidade da água, determinada nas condições e frequência estipuladas cumpre norma ou padrão de qualidade.

Estas regras são estabelecidas pela OMS, U E e por cada país. Em Cabo Verde estas regras estão estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 08/2004, de 23 de Fevereiro de 2004.

Assim, uma água adequada para o consumo humano deverá estar de acordo com a norma ou padrão de água definidos por um conjunto de valores, ou parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

Os critérios dão grande ênfase à qualidade microbiológica da água potável, já que este é o tipo de contaminação responsável pelas principais doenças infecciosas e parasitárias.

### **3 Parâmetros de qualidade da água**

As características da água destinada para o consumo humano são hoje apreciadas com rigor e por análise laboratorial, que compreende as determinações dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos e tem em vista o esclarecimento de um ou mais dos seguintes objectivos: (VON MARCOS, 2005: 26)

- Estabelecer a composição da água no que se refere a certos tipos de componentes e averiguar se contém elementos que a tornem imprópria para beber;
- Descobrir possíveis poluições e contaminações que lhe modifiquem a composição característica e a tornem imprópria e suspeita;
- Determinar as características da não potabilidade da água que precisam de ser corrigidas, com o fim de orientar os tratamentos e verificar os resultados.

#### **3.1 Parâmetros Físicos**

A água potável deve ser agradável à vista e ao paladar, não ter turvação, cor, cheiro ou gosto, e ser arejada e de temperatura moderada, tanto no Verão como no Inverno. Deve ainda ter reacção neutra e condutibilidade eléctrica baixa, compreendida entre 400 a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20°C. (VON MARCOS, 2005: 27)

##### **1 - Cor**

A água pura é virtualmente ausente da cor. A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água.

Normalmente, a cor na água é devido a ácidos húmidos e tanino, originados de

decomposições vegetais, de iões metálicos naturais(Ferro e Manganês) e efluentes industriais.

O termo cor usa-se com significado de cor verdadeira, ou seja, a cor da água cuja turvação for removida.

O termo cor aparente inclui não só a cor devida a substâncias em solução, mas também a cor devida à matéria em suspensão. A cor aparente é determinada na amostra original, sem centrifugação ou filtração.

## **2 - Turvação**

A turvação da água é originada pela presença da matéria em suspensão, que provocam a dispersão e a absorção da luz, dando à água uma aparência nebulosa. A maior parte da turvação das águas superficiais resulta da erosão de argilas, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo. As fibras vegetais e microorganismos podem também contribuir para a turvação. (F. A GONÇALVES, FERREIRA: 1990)

O instrumento destinado à medição da turvação é turbidímetros e, unidade de medida mais utilizada é o NTU (unidades nephelométricas de turbidez).

## **3 - Temperatura**

A temperatura é um parâmetro que influencia todos os aspectos físicos, químicos e microbiológicos relacionados com a produção da água potável.

O aumento da temperatura diminui o sabor da água, aumenta o cheiro, incrementa a corrosão, varia o pH ótimo de coagulação, influenciando a eficácia da mesma e indirectamente a turvação e a cor.

A diminuição da temperatura aumenta a viscosidade da água, provocando diminuições nas velocidades de sedimentação e filtração. (VON MARCOS, 2005: 27)

## **4 - Condutividade Eléctrica**

A condutividade é uma expressão numérica que indica a capacidade de uma água conduzir a corrente eléctrica. Essa capacidade das concentrações iónicas e da temperatura indica a quantidade de sais existentes no corpo da água. A determinação deste parâmetro permite obter uma estimativa de concentração dos sólidos totais dissolvidos e avaliar a variação da concentração de minerais dissolvidos na água bruta.

De uma maneira geral, as características físicas são analisadas sob o ponto de vista sólido (suspensos, coloidais e dissolvidos na água) e gases. (F. A FERREIRA, 1990: 226)

### **3.2 Parâmetros químicos**

A composição química da água de consumo tem grande influência nas características de potabilidade, que dela dependem em boa parte. A impossibilidade de estabelecer esta composição de forma completa e em tempo curto, pelos meios laboratoriais correntes, tem levado a seleccionar um número relativamente pequeno de características que podem ser facilmente apreciados nos laboratórios de saúde pública e tem grande significado na apreciação da qualidade de água.

As análises químicas da água determinam de modo mais preciso e explícito as características da água e assim são mais vantajosas para se apreciar as propriedades de uma amostra. (VON MARCOS, 2005: 30)

As características químicas são determinadas por meio de titulação, espectrometria atômica e através de cálculos, seguindo métodos adequados e padronizados e os resultados são apresentados de um modo geral em concentração de substâncias ou equivalentes em mg/l.

As principais análises químicas são as que se seguem:

#### **1 - pH**

O pH é um parâmetro que mede o equilíbrio ácido base entre diversos componentes numa solução. Exprime, mas concretamente a concentração em iões de hidrogénio.

Na maior parte das águas naturais, o pH depende fortemente do equilíbrio ácido carbónico, da distribuição dos carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

O pH é um parâmetro que define como fundamental na apreciação da qualidade da água, devido a sua relação e influência com outros parâmetros.

Antes de se fazer a leitura da amostra o aparelho deve ser calibrado diariamente com as soluções padrões pH4, 7 e 9.

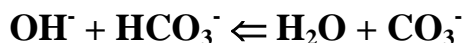
Os valores de pH situam-se em média entre 6,5 a 8,5. (VON MARCOS, 2005: 30)

## 2 - Alcalinidade

A alcalinidade na água é devida à presença de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ou hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). Com maior frequência, a alcalinidade das águas é devida a bicarbonatos, produzidos pela acção do gás carbónico dissolvido na água sobre as rochas calcária. Ela é geralmente expressa em termos de carbonato de cálcio,  $\text{mg/lCaCO}_3$ .

É uma das determinações mais importantes no controlo de água, estando relacionada com a coagulação, redução da dureza e prevenção da corrosão nas canalizações de ferro fundido da rede de distribuição.

Há dois tipos de alcalinidade que podem estar presentes simultaneamente numa amostra de água, o que provoca uma reacção entre hidróxidos e bicarbonatos, reduzindo estes à forma de bicarbonatos. (VON MARCOS, 2005: 26)



Em função do pH, podem estar presentes na água os seguintes tipos de alcalinidade:

- pH 11,0 ----9,4 Alcalinidade de hidróxidos e carbonatos;
- pH 9,4 -----8,3 Carbonatos e bicarbonatos;
- pH 8,3 -----4,6 Somente bicarbonatos;
- pH 4,6 -----3,0 Ácidos minerais;

## 3 - Dureza

A dureza é uma característica conferida à água pela presença de alguns iões metálicos, principalmente os de Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e, em menor grau, os iões ferrosos ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e do Estrôncio ( $\text{Sr}^{2+}$ ). (VON MARCOS, 2005: 33)

A dureza é reconhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma como sabão. Além disso produz incrustações nos sistemas de água quente.

A dureza é expressa em  $\text{mg/l}$  de  $\text{CaCO}_3$ , e pode ser classificada de duas maneiras:

- Pelos iões metálicos
- Pelos iões associados com iões metálicos.

Na primeira, distingue-se a dureza do Cálcio e do Magnésio. E na segunda, a dureza é classificada em dureza de carbonatos e bicarbonatos. (VON MARCOS, 2005: 33)

As águas podem ser classificadas em termos do grau de dureza em:

Moles .....	durezas inferior à 50 mg/l de $\text{CaCO}_3$
Dureza moderada .....	dureza entre 50 à 150 mg/l de $\text{CaCO}_3$
Duras .....	dureza entre 150 à 300 mg/l de $\text{CaCO}_3$
Muito duras .....	superior à 300 mg/l de $\text{CaCO}_3$

#### **4 - Ferro e Manganês**

O ferro, muitas vezes associado ao manganês, confere a água um sabor amargo, adstringente, coloração amarela e turva, decorrente da precipitação do mesmo quando oxidado.

É dotado o limite de 0,3 mg/l para concentração do ferro, juntamente com manganês nas águas, sugerindo-se concentrações inferiores a 0,1mg/l. Essa limitação, entretanto é devido a razões estéticas, pois águas contendo sais de ferro causam nódoas em roupas e objectos de porcelana. Em concentrações superiores a 0,5mg/l causa gosto nas águas. (VON MARCOS, 2005: 34)

#### **5 - Cloretos, Sulfatos e Sólidos Totais**

O conjunto de sais bicarbonatos, cloretos e sulfatos dissolvidos na água, mesmo em menor concentração em relação a outros sais, podem conferir à água sabor salino e uma propriedade laxativa.

O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais ou de efluentes de indústrias químicas. Normalmente, não se deve ultrapassar 200mg/l.

Os iões sulfatos quando presente na água, dependendo da concentração associam aos iões cálcio e magnésio promovem dureza permanente e podem ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica, no ciclo de enxofre. (VON MARCOS, 2005: 35-36)



## 6 - Composto de azoto

Os principais compostos de azoto existentes na natureza são nitratos, nitritos e amónio. Esses compostos por intermédio do metabolismo de determinados tipos de bactérias (Nitrificantes e Desnitrificantes) ocorre a conversão de uns nos outros. Esse processo é designado de Ciclo de azoto.

Os compostos de azoto na água têm a sua origem nomeadamente na decomposição de materiais vegetais e animais, nas descargas de efluentes domésticos na percolação devido ao espalhamento de lamas no terreno e na descarga directa de efluentes industriais.

A forma como o azoto se apresenta na água dá uma informação mais correcta sobre a qualidade sanitária da água. Em situações em que o azoto se apresenta em maior concentração em nitratos, significa que se houve poluição. Se a ocorrência de azoto se apresenta maior concentração sob forma de nitritos, significa forte possibilidade de contaminação.

Os nitratos em concentração acima de 50mg/l em termos de  $\text{NO}_3$  provocam na criança a cianose ou *methemoglobinemia*, condição mórbida associada à deslocação de pele em consequência de alterações no sangue. (VON MARCOS, 2005: 36-37)

## 7 - Fosfatos

Assim como o nitrogénio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grande quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se um parâmetro imprescindível em processos biológicos.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes: os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe em moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo.

Os ortofosfatos por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com catiões, formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos.

O excesso de fosfatos em esgotos sanitários e efluentes industrializados, por outro lado, conduz a processos de eutrofização das águas naturais. (VON MARCOS, 2005: 37)

## **8 - Oxigénio Dissolvidos**

O oxigénio dissolvido é um dos parâmetros mais importantes para exame da qualidade de água. Ele tem um papel importante sob o aspecto químico nas reacções de oxidação do ferro, magnésio, cobre, azoto e enxofre sob o aspecto biológico por ser um elemento fundamental em todos os processos de metabolismo aeróbio.

A quantidade de oxigénio que a água pode conter é pequena devida à sua baixa solubilidade (9,1 mg/l a 20°C).

Águas de superfícies relativamente límpidas apresentam-se saturadas de oxigénio dissolvido, porém este pode ser rapidamente consumido pela demanda de oxigénio de esgotos domésticos. (VON MARCOS, 2005: 37)

### **3.3 Parâmetros biológicos**

Toda a água natural pode conter bactérias, provenientes do ar, do solo e dos objectos ou seres vivos e mortos com que entram em contacto. O número e a variedade das bactérias dão indicações fundamentais para estudo ou conhecimento das características de potabilidade, mas a apreciação completa desta não dispensa o conhecimento das características físicas, químicas e microscópicas. (VON MARCOS, 2005: 43)

A análise bacteriológica deve permitir uma interpretação do significado das bactérias ou grupos de bactérias presentes.

As características bacteriológicas para apreciação da qualidade da água relacionam-se com a seguinte prova laboratorial: Número total de germes, contados no meio de cultura, durante 24 horas, a 35°C, ou, durante 48 horas, a 44°C, a contagem pode também ser feita em membrana própria, por filtração. (F. A FERREIRA, 1990: 226)

Outro aspecto de grande relevância em termos de qualidade biológica da água é a presença de agentes patogénicos e a transmissão de doenças.

Alguns desses organismos, como certas bactérias, vírus e protozoários são patogénicos, podendo provocar doenças e ser a causa de certas epidemias.

A qualidade biológica da água é determinada através de exames bacteriológicos e hidrobiológicos. Entre os primeiros se destaca a pesquisa do número de microorganismos indicadores fecal do grupo de coliformes.

Os coliformes estão presentes em grandes quantidades nas fezes do ser humano e nos animais de sangue quente. (VON MARCOS, 2005: 43)

A presença de coliformes na água não representa por si só, perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde.

Os principais indicadores de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e coliformes fecais, expressa em número de organismos por 100ml de água.

### 3.4 Pesquisas de coliformes

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam nos Homens. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetros indicadora de possibilidade da existência de microorganismos patogénicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como, febre tifóide, febre paratefóide, desinteria bacilar e cólera. (VON MARCOS, 2005: 43)

Tabela 7 – Concentração máxima permitida de algumas variáveis de qualidade de água.

Parâmetros	OMS	União Europeia
Cor (TCU)	15mg l <sup>-1</sup> Pt Co	20mg l <sup>-1</sup> Pt Co
Sólidos Totais Dissolvidos (mg l <sup>-1</sup> )	1 000 l <sup>-1</sup>	_____
Sólidos Totais em Suspensão (mg l <sup>-1</sup> )	_____	_____
Turbidez (NTU)	5,0	4 JTU

pH	< 8.0 <sup>4</sup>	6.5 <sup>1</sup> - 8,5 <sup>1</sup>
Oxigénio Dissolvido (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Nitrogénio Amoniacal (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Ião amónio (mg l <sup>-1</sup> )	—	0,5
Nitrato-N (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Nitrato (mg l <sup>-1</sup> )	50	50
Nitrito-N (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Nitrito (mg l <sup>-1</sup> )	3(P)	0,1
Fósforo(mg l <sup>-1</sup> )	—	5,0
DBO(mg l <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	—	—
Sódio (mg l <sup>-1</sup> )	200	150
Cloreto (mg l <sup>-1</sup> )	250	25 <sup>1</sup>
Cloro (mg l <sup>-1</sup> )	5	—
Sulfato (mg l <sup>-1</sup> )	250	250
Sulfito (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Fluoreto (mg l <sup>-1</sup> )	1,5	1,5
<b>Elementos Traços</b>		
Bário (mg l <sup>-1</sup> )	0,7	0,1 <sup>1</sup>
Ferro (mg l <sup>-1</sup> )	0,3	0,2
Alumínio (mg l <sup>-1</sup> )	0,2	0,2
Arsénio (mg l <sup>-1</sup> )	0,01(P)	0,05
Cádmio (mg l <sup>-1</sup> )	0,003	0,005
Cobalto (mg l <sup>-1</sup> )	—	—
Cobre (mg l <sup>-1</sup> )	2(P)	0,1 <sup>1-</sup>
<b>Parâmetros</b>	<b>OMS</b>	<b>União Europeia</b>
<b>Contaminantes orgânicas</b>		
Óleo e produtos de petróleo (mg l <sup>-1</sup> )	0,01	—
Pesticidas totais (µg l <sup>-1</sup> )	—	0,5
DDT (µg l <sup>-1</sup> )	2,0	—
Benzeno (µg l <sup>-1</sup> )	10	—
Fenóis (µg l <sup>-1</sup> )	—	0,5
Detergente (µg l <sup>-1</sup> )	—	0,2
Aldrin e Dieldrin (µg l <sup>-1</sup> )	0,03	—
<b>Análises Microbiológicas</b>		
Coliformes fecais (NMP 100ml)	0	0
Coliformes totais (NMP 100ml)	0	—

(fonte: [www.OMS.pt](http://www.OMS.pt))

## **Capítulo VI:                      SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE    ÁGUA**

Um sistema de abastecimento de água deverá, pois, comportar as obras de captação que permitem obter a água necessária as de transporte, que podem incluir elevações mais ou menos importantes, e as de distribuição que as repartem para os diversos usuários e que, além de uma rede de canalizações de diâmetros apropriados, compreenderão geralmente reservatórios de maior ou menor capacidade.

Basicamente, existem dois tipos de soluções para abastecimento público de água: a colectiva e a individual.

A solução colectiva consiste na construção de redes domiciliare e normalmente são mais sustentáveis do ponto de vista económico. Aplica-se, normalmente, às áreas urbanas, de grande densidade demográfica.

A solução individual consiste na construção de infra-estruturas públicas de distribuição tipo fontenário ou complexo sanitário (quando incluem balneários, lavadouros e às vezes sanitário) e tem um carácter mais social. Aplica-se às zonas rurais da população dispersa.

No que concerne às cidades da Praia e Assomada, a solução para abastecimento público da água é feita em alguns bairros pela combinação das duas soluções. A água é distribuída através dos auto-tanques, fontenários e rede pública.

## **1 Distribuição da água na cidade da Praia**

Na cidade da Praia a água potável é abastecida à população através de quatro sistemas de adução situados em Águas Verdes, Santa Clara, João Varela e Monte Vaca e da estação dessalinizadora situada em Palmarejo.

Nestes sistemas a captação é feita através de galerias (Nascente da Galeria Águas Verdes) e furos FBE 138, FBE 148, FBE 149 da localidade de Stª Clara; FBE 01, FBE 58, FT 202 da localidade de João Varela e FT 151 da localidade de Monte Vaca. Isto permite, uma adução por gravidade, por um lado, e por outro, através de bombeamento de água dessalinizada produzida pela Electra aos reservatórios de distribuição de Monte Babosa, Alto Pensamento, Ponta d' Água e Achada Grande Trás.

Essa água abastece toda a população da cidade, empresas públicas e privadas, barcos nacionais e estrangeiros que escalam o Porto da Praia, por via da rede pública, chafarizes e autotanques.

Conduzidas pela adução por gravidade e por adução recalque, as águas dos furos das localidades de Santa Clara, João Varela e da Galeria de Águas Verde seguem ao longo de um conduto livre em direcção aos reservatórios de Monte Babosa e Alto Pensamento, misturando-se com a água dessalinizada bombeada a partir do Palmarejo, local de produção, e recebendo uma desinfecção com hipoclorito de cálcio.

O reservatório de Monte Babosa serve a população das zonas de Palmarejo, Tira Chapéu, Terra Branca, Achada St António, Prainha, Várzea e Bela Vista.

O reservatório de Alto Pensamento abastece as populações de Eugénio Lima, Achadinha, Bairro, Pensamento, Calabaceira, Plateau, Achada Grande Frente e Trás e Fazenda. Deste reservatório a água é ainda encaminhada para o reservatório de Ponta d' Água, de onde segue para o de Achada de S. Filipe, misturando-se novamente com a água subterrânea do furo da localidade de Monte Vaca, que depois é distribuída à populações de Vila Nova, Achada S. Filipe, Ponta d' Água, Castelão Safende, Paiol e Lém Ferreira.

## **2 Distribuição da água na cidade de Assomada**

Os abastecimentos de água potável na cidade de Assomada são feitos através do sistema de bombeamento, a partir da captação dos furos situados em Achada Galego (FBE 100 e FT 116), Torre (FBE 92 e FBE 186), Bolanha (FBE 117) e Pedra Barro (FBE 161) para os reservatórios de Alto Covão Ribeiro e Alto Bolanha, posteriormente submetidos a uma desinfecção com hipoclorito de cálcio o que possibilita, então, o abastecimento feito por gravidade às populações do centro de Assomada e redondezas, através da rede pública e fontenários.

## **3 Água dessalinizada**

A água dessalinizada que abastece a população da Praia é produzida através do processo «Osmose Inversa».

A água do mar é captada por intermédio de dois furos, de quarenta metros de profundidade e situados perto do mar, e bombeada a  $460\text{-}470\text{m}^3/\text{h}$  a uma pressão de  $3,5\text{Kg}/\text{cm}^3$ , sendo elevada em seguida para um filtro de areia de 2. 800cm de diâmetro de forma a serem retidas as partículas em suspensão na água.

Numa fase sucessiva, a água passa por um filtro de cartucho de 1400/cm de diâmetro que faz uma filtração mais fina, funcionando como filtro de segurança.

Desde a bombagem da água do mar até a saída do filtro de cartucho, a água é tratada com reactivos químicos, nomeadamente Bissulfito (ácido) e Hexametáfosfato (dispersante), para que possam ser eliminados agentes biológicos, como bactérias e micróbios, e para que assim se torne estéril, imune a depósitos nas membranas. Em seguida, a água passa para uma outra conduta onde estão depositadas algas, as quais também eliminam as bactérias que até ali consigam penetrar e ultrapassar as barreiras preestabelecidas.

Uma vez tratada, a água é dirigida ao bastidor de membranas mediante um turbobomba. Este é formado por uma bomba de câmara partida, um motor de accionamento e uma turbina também de câmara para recuperar a energia residual de «salmoura de rejeição».

A planta dispõe de bastidor de membranas semipermeáveis com um total de 468 membranas.

A produção no bastidor é de  $5.000\text{ m}^3/\text{dia}$ , com uma conversão de 44%, uma salinidade de  $0,4\text{ g/l}$  e uma condutividade de  $460\text{ }\mu\text{S/cm}$ .

As membranas semipermeáveis têm a propriedade de deixar passar a água, mas não os sais, o que dá origem a duas correntes de água, sendo uma potável e outra concentrada em sais, designada «salmoura de rejeição».

A «salmoura de rejeição», com um caudal de  $200\text{ m}^3/\text{h}$ , é devolvido ao mar depois de passar pela turbina, para recuperar a energia residual em forma de pressão.

A água é armazenada num reservatório que contém a capacidade de  $1500\text{ m}^3$ , um caudal de  $210\text{ m}^3/\text{h}$  e uma pressão de  $8\text{--}10\text{ Kg/cm}^2$ , sendo depois reconstituída com uma dosagem de óxido de cálcio e de regulador de pH, desinfetada com hipoclorito de sódio e bombeada para os reservatórios de Monte Babosa e Alto Pensamento, para então confluir com águas dos furos de explorações de Santa Clara e João Varela, que recebem de novo uma desinfecção com cloro ou hipoclorito.

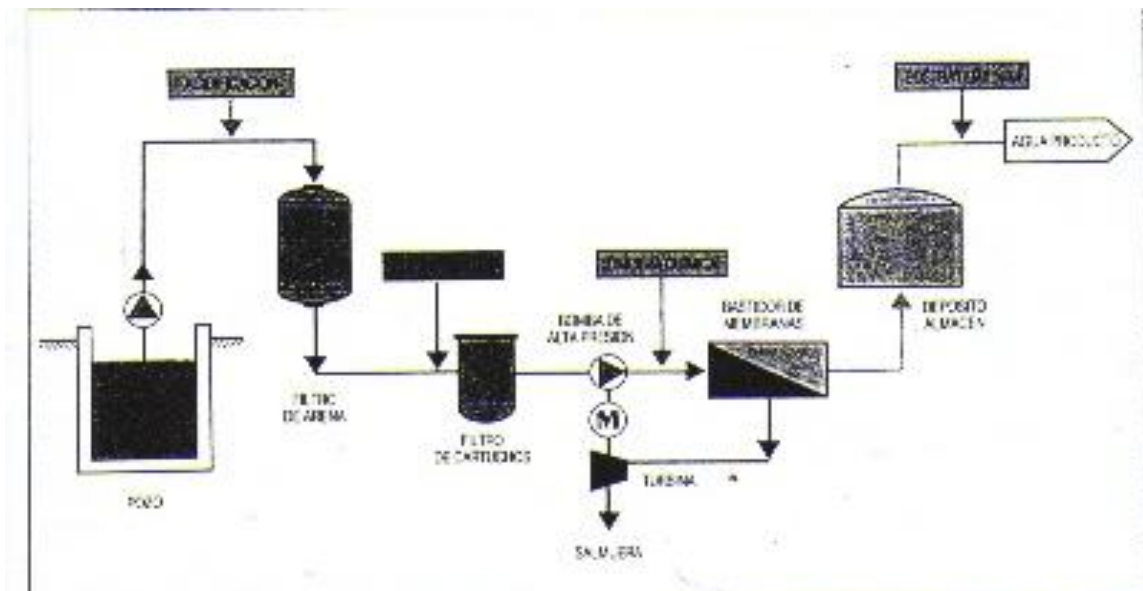


Figura 1- Esquema de uma planta de Osmose Inversa para água do mar

(Fonte: <http://www.prata.com/def.asp?tem24>)



## **Capítulo VII: MATERIAIS E MÉTODOS**

### **1 Metodologia**

Foram estudadas amostras de água colectadas no Laboratório Central (local de produção de água dessalinizada - Electra), nos principais furos, reservatórios e chafarizes de abastecimento das cidades da Praia e de Assomada.

O estudo foi desenvolvido em duas etapas, a partir do 2º trimestre de 2006, mas concretamente a partir do mês de Junho.

Na primeira etapa, em concertação com o Responsável pelo Laboratório de Controlo de Água do INGRH, foram seleccionados os principais furos, reservatórios, bem como o Laboratório Central onde se procedeu à recolha de amostras para a realização das análises.

Após o levantamento dos principais furos e reservatórios para o abastecimento de água potável em cada área das cidades, abrangidas no universo de estudo foram seleccionados os chafarizes por procedimento aleatório.

A presente análise inclui a visita aos mencionados furos, reservatórios, Laboratório Central e chafarizes com intuito de avaliar o procedimento inerente ao tratamento da água com o hipoclorito de cálcio, bem como a forma adoptada para a distribuição da água, foi dirigido um questionários aos responsáveis pela distribuição da água potável.

Por conseguinte, os dados relativos ao sistema de abastecimento e distribuição de água potável, a desinfecção da água com hipoclorito de cálcio, casos registados de doenças e óbitos relacionados com a água nas cidades da Praia e de Assomada e a quantidade de água potável distribuída às populações dessas cidades, foram obtidos a partir de inquéritos e solicitações de informações às instituições, nomeadamente o Ministério da Saúde.

A recolhas de todas as amostras ficou a cargo de uma única pessoa, qualificada, com experiência em análise e que, seguiu todas as orientações do Responsável pelo Laboratório de Controlo de Água.

Faz-se a colecta das amostras para análise em frascos de plásticos polietilenos, neutros com a capacidade de 1000/ml. Para a colecta registaram-se, individualmente e relativamente cada amostra, dados referente a local, hora, número de amostra, data, condutividade, TDS e temperatura, trabalho que antecedeu o encaminhamento das amostras para o laboratório.

Na segunda etapa, decorreu a realização das análises físicas, químicas e organolépticas no laboratório do Controlo de Qualidade da Água do INGRH.

As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros físico-químicos seguiram as normas da O.M.S e U. E. Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, condutividade, alcalinidade, pH, turbidez, cor, sulfato, sólidos totais, nitrato, nitrito, fosfato, dureza, ferro, cloretos, sódio, bicarbonatos, carbonatos, cálcio, Bário, salinidade, mineralização e magnésio.

Para a determinação do parâmetro Cor foi colocado um determinado volume de água a analisar num copo e em seguida foi cheirada a amostra e classificado o cheiro de acordo com a escala existente no laboratório.

Para a Temperatura, condutividade e salinidade utilizou-se a técnica electrometria, que se baseia na introdução do eléctrodo num copo com amostra de água e sucessiva pressão da tecla «Cond», que por sua vez fez a leitura dos parâmetros temperatura, condutividade e salinidade.

A partir dos valores de condutividade foi determinado o parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos, através de expressão:  $SDT = 0,55 \times \text{Condutividade}$ .

Na determinação do parâmetro pH utilizou-se a técnica de Potenciometria e antes da realização da leitura da amostra, o potenciómetro do pH foi calibrado com soluções tampão, ( pH=4 , 7 e 10 ).

Para se determinar o parâmetro Turbidez recorreu-se à técnica turbidimetria, uma técnica utilizada na medição da turvação através de um aparelho o turbidímetro. Colocadas as amostras em frascos próprios do aparelho e seguindo as instruções de funcionamento do mesmo determinaram-se os valores.

Os parâmetros químicos, como Alcalinidade, Dureza, Cálcio, Nitratos, Nitritos, Fosfatos, Bicarbonatos, Cloro, Ferro, Magnésio, etc, foram determinados por meio de titulação, espectrometria atômica e cálculos, e de métodos adequados e padronizados, tendo sido os resultados apresentados em concentração de substâncias em mg/l.

Na determinação dos parâmetros da Alcalinidade, Dureza, cloreto e Cálcio utilizou-se a técnica de titulação, um processo que determina a quantidade de substâncias de uma solução. Nesse processo fez-se reagir um ácido com uma base para a percepção do ponto de equivalência.

Na determinação de Alcalinidade titulou-se a solução [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] e os resultados foram calculados a partir das expressões:

$$\text{Alcalinidade} = V_{H_2SO_4} \times 10$$

Tabela 8 – Formula para determinar o parâmetro alcalinidade  
(Fonte: LLOYD E. MALM. Manual de Laboratório para Química, Uma ciência Experimental 1997 pag 14).

Para o cálculo da Dureza e do Cálcio titulou-se a solução EDTA e os resultados foram obtidos a partir das seguintes expressões:

$$\text{Dureza} = V_{ml} \times 1mg \times 20 = mg/l [CaCO_3]$$

Tabela 9 – Formula para determinar o parâmetro dureza  
(Fonte: LLOYD E. MALM. Manual de Laboratório para Química, Uma ciência Experimental 1997 pag 14).

$$\text{Cálcio} = V_{ml} \times 0,4008mg \times 20 = mg/l [Ca^{2+}]$$

Tabela 10- Formula para determinar o parâmetro calcio  
(Fonte: LLOYD E. MALM. Manual de Laboratório para Química, Uma ciência Experimental 1997 pag 14).

A determinação dos parâmetros Nitratos, Nitritos, Fosfatos, Ferro incluiu a técnica de Espectrometria de Absorção molecular, uma técnica que consiste na preparação das amostras de volume 25/ml, 10/ml e 10/ml, respectivamente, com pastilhas de reactivos de Nitra ver 4; Nitriver 3, Sulfa ver 4 e Ferro ver 4, após o que se transite para a leitura dessas amostras através do aparelho Espectro fotómetro de Absorção Atómico.

Tendo em conta os resultados emergidos das análises, organolépticas, físicas e químicas, a qualidade da água potável nas duas cidades estudadas foi avaliada comparativamente à tabela de concentração máxima, de algumas variáveis de qualidade de água para consumo Humano, em conformidade com as normas da OMS e da U.E.

As análises bacteriológicas e hidrobiológicas que consistem na contagem de números de bactérias por centímetro cúbico ou mililitro da amostra da água não foram realizadas devido a falta de reagentes e de alguns equipamentos, nomeadamente incubadora e frigorífico.

**Capítulo VIII:                    APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E  
DISCUSSÃO**

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Galerias. **Local:** Águas Verdes

**Data da colheita:** 18/ 06/ 2006 - 12h15

**Data de entrada no Laboratório:** 18/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	27,5	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	7,5	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	346	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	248	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	186,1	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,2	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	1,1	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	2,8	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	46,09	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	2,4	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	17	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Ba <sup>2+</sup>	0,3	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l Na <sup>2+</sup>	20,01	
Alcalinidade total (Tit.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> V.Bromocresol=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	14	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SO <sub>4</sub>	10	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15,9	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,063	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NaNO <sub>2</sub>	0,094	<b>--- 0,50</b>
Fosfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l PO <sub>4</sub>	0,48	-----
Ferro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0,04	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l OH <sup>+</sup>	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cu <sup>2+</sup>	0,0	<b>0,5 - 1,0</b>
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SiO <sub>2</sub>	92,4	-----
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11,5	-----

Tabela 11 – Análise da água da galaria de águas verdes

**Laboratório da Controlo da Qualidade de H<sub>2</sub>O**

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Reservatórios. **Local:** Água Trindade

**Data da colheita:** 14/ 06/ 2006 - 10h50

**Data de entrada no Laboratório:** 14/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	28,0	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	7,4	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	441	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	316	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	191,2	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,2	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	1,0	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	2,40	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	47,86	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	2,91	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	18	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Ba <sup>2+</sup>	0,9	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l Na <sup>2+</sup>	20,79	
Alcalinidade total (Tit.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> V.Bromocresol=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	12	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SO <sub>4</sub>	11	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17,9	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,016	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NaNO <sub>2</sub>	0,025	<b>--- 0,50</b>
Fosfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l PO <sub>4</sub>	0,73	-----
Ferro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0,01	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l OH <sup>+</sup>	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cu <sup>2+</sup>	0,03	<b>0,5 - 1,0</b>
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SiO <sub>2</sub>	92,6	-----
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,04	-----
Cloro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,01	
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9,8	-----

Tabela 12 – Análise da água do reservatório de trindade

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Chafariz. **Local:** Vila Nova

**Data da colheita:** 14/ 06/ 2006 - 09h15

**Data de entrada no Laboratório:** 14/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	21,3	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	6,5	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	444	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	318	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	239	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,2	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	2,5	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	0,8	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	138,3	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	1,94	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	10	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Ba <sup>2+</sup>	0,4	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l Na <sup>2+</sup>	60,04	
Alcalinidade total (Tit.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> V.Bromocresol=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	2	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SO <sub>4</sub>	7	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9,2	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,012	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NaNO <sub>2</sub>	0,018	<b>--- 0,50</b>
Fosfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l PO <sub>4</sub>	0,05	-----
Ferro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0,12	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l OH <sup>+</sup>	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cu <sup>2+</sup>	0,02	<b>0,5 - 1,0</b>
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SiO <sub>2</sub>	60,1	-----
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,3	-----
Cloro toal (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	1,02	-----
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,6	-----

Tabela 13 – Análise da água do chafariz de Vila Nova



### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Chafariz F4-028 **Local:** São Filipe

**Data da colheita:** 14/ 06/ 2006 - 09h40

**Data de entrada no Laboratório:** 14/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	26,7	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	6,5	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	641	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	459	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	349	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,3	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	1,4	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	3,20	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	138,27	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	3,40	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	22	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Ba <sup>2+</sup>	0,1	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l Na <sup>2+</sup>	60,045	
Alcalinidade total (Tit.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> V.Bromocresol=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	11	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SO <sub>4</sub>	34	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25,4	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,007	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NaNO <sub>2</sub>	0,010	<b>--- 0,50</b>
Fosfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l PO <sub>4</sub>	1,11	-----
Ferro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0,08	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l OH <sup>+</sup>	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cu <sup>2+</sup>	0,02	<b>0,5 - 1,0</b>
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SiO <sub>2</sub>	77,1	-----
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,0	-----
Cloro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,09	-----
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9	-----

Tabela 14 – Análise da água do chafariz de São Filipe

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Laboratório central **Local:** Palmarejo

**Data da colheita:** 4/ 06/ 2006 - 10h30

**Data de entrada no Laboratório:** 4/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	26,7	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	6,2	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	426	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	305	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	230	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,2	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	1,9	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	2,0	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	17,75	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	0,72	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	8	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Ba <sup>2+</sup>	0,8	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l Na <sup>2+</sup>	20,79	
Alcalinidade total (Tit.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> V.Bromocresol=indicador)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	4	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SO <sub>4</sub>	2	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6,8	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l NaNO <sub>2</sub>	0	<b>--- 0,50</b>
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l PO <sub>4</sub>	0	-----
Cloro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l OH <sup>+</sup>	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cu <sup>2+</sup>	0	<b>0,5 - 1,0</b>
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0	-----
Cloro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Cl <sub>2</sub>	0	-----
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l SiO <sub>2</sub>	9,6	-----
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,3	-----

Tabela 15 – Análise da água do laboratório central da Electra

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Reservatórios. **Local:** Monte Babosa

**Data da colheita:** 14/ 06/ 2006 - 12h15

**Data de entrada no Laboratório:** 14/06/2006

**Responsável pela colheita:** Requisitante

Parâmetros	Unidade de medida	Resultados	Valores Recomendados ( VMR) (VMA)
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto:	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	20,0	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	7,5	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	435	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	311	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	234	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Electrometria)		0,2	-----
Turbidez (turbidimetria)	NTU	0,8	<b>0,4 - 5</b>
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l $\text{Ca}^{2+}$	0,8	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l $\text{Cl}^+$	141,81	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l $\text{Mg}^{2+}$	1,94	<b>30 --- 50</b>
Dureza(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l $\text{CaCO}_3$	10	<b>-500</b>
Bário (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{Ba}^{2+}$	0,3	<b>0,7 - 1</b>
Sodium (cálculo)	mg/l $\text{Na}^{2+}$	61,59	
Alcalinidade total (Tit. $\text{H}_2\text{SO}_4$ V.Bromocresol=indicador)	mg/l $\text{CaCO}_3$	1	-----
Sulfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{SO}_4$	7	<b>25 - 50</b>
Nitratos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{NO}_3^-$	8,9	<b>25 - 50</b>
Nitritos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{NO}_2^-$	0,002	<b>0 - 0,01</b>
Nitritos sodium (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{NaNO}_2$	0,005	<b>--- 0,50</b>
Fosfatos (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{PO}_4$	0,15	-----
Ferro total (Esp. Abs. Molecular)	mg/l Fe	0,03	<b>0,05 - 0,3</b>
Hidróxidos (pH < 8,3 )	mg/l $\text{OH}^+$	0	-----
carbonatos( cálculo) pH < 8,3	mg/l $\text{CO}_3^{2-}$	0	<b>25 - 250</b>
Cobre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{Cu}^{2+}$	0,03	<b>0,5 - 1,0</b>
Silica (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{SiO}_2$	6,3	-----
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{Cl}_2$	0,115	-----
Cloro livre (Esp. Abs. Molecular)	mg/l $\text{Cl}_2$	0,81	-----
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l $\text{HCO}_3^-$	0,8	-----

Tabela 16 – Análise da água do reservatório de Monte Babosa

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** Reservatório **Local:** Eugénio Lima

**Data da colheita:** 19/ 12/ 06 - 11h15

**Data de entrada no Laboratório:** 19/12/06

**Responsável pela colheita:** Requisitante

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Resultados</b>	<b>Valores Recomendados (VMR) (VMA)</b>
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	22,4	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	8,05	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	390	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	329	-----
TDS(Eletrometria)	mg/l	199	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Eletrometria)		0,2	-----
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	18	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	64	<b>---- 250</b>
Magnésio(cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	14,5	<b>30 --- 50</b>
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	42	
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2	-----

Tabela 17 – Análise da água do reservatório de Eugénio Lima

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** FBE 161 **Local:** Achada Galego

**Data da colheita:** 13/ 12/ 06 - 9h05

**Data de entrada no Laboratório:** 14/12/06

**Responsável pela colheita:** Requisitante

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Resultados</b>	<b>Valores Recomendados (VMR) (VMA)</b>
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	24,9	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	8,02	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	597	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	477	-----
TDS (Eletrometria)	mg/l	290	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Eletrometria)		0,3	-----
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	19,2	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	43	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	101	<b>30 --- 50</b>
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	186	
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,22	-----

Tabela 18 – Análise da água do furo de Achada Galego

### Relatório de Análise de Água

**Requisitante: Proveniência:** FBE 117 Local: Bolanha

**Data da colheita:** 13/ 12/ 06 - 10h20

**Data de entrada no Laboratório:** 14/12/06

**Responsável pela colheita:** Requisitante

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Resultados</b>	<b>Valores Recomendados (VMR) (VMA)</b>
<b>1 Físico e Organolépticos</b>			
Aspecto	-----	Límpido	-----
Cor aparente	PtCO APH	Incolor	<b>1 - 20</b>
Cheiro	Taxa de diluição (q) (f)	Inodoro	-----
Temperatura	°C	24,9	-----
pH (25° C)	Esc. Sorensen	7,80	<b>6,5-8,5-9,5</b>
Condutividade(Electrometria á 20°C)	µS/cm	1851	<b>400 - 1000</b>
Mineralização Total (Cálculo)	mg/l	1570	-----
TDS (Eletrometria)	mg/l	928	<b>--- 1000</b>
Salinidade (Eletrometria)		0,9	-----
<b>2 Químicos</b>			
Cálcio(Tit.EDTA Murexida=indicador)	mg/l Ca <sup>2+</sup>	120	<b>100 -----</b>
Cloretos (Método de Mohr)	mg/l Cl <sup>+</sup>	2485	<b>---- 250</b>
Magnésio (cálculo)	mg/l Mg <sup>2+</sup>	1261	<b>30 --- 50</b>
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	2200	
Bicarbonatos (cálculo)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	-----

Tabela 19 – Análise da água do furo de Bolanha

## 1 Discussão

As amostras de água estudadas foram colectadas nos principais reservatórios de abastecimento, furos de exploração e Central de produção de água dessalinizada (Electra Palmarejo) e nos chafarizes de abastecimento às populações da Praia e de Assomada.

Constata-se que o abastecimento de água à população de Praia é feito, em cerca de 60% através dos chafarizes e auto-tanques. A água abastecida à população da Praia é uma água mista, sendo cerca de 90% da quantidade da água dessalinizada, produzida através do processo Osmose inversa, e que depois é reconstituída com doseamento de óxido de cálcio, regulador do pH, bissulfito de sódio, e desinfectada com hipoclorito de cálcio.

Em Assomada o sistema de abastecimento é feito através de tubulações, ou seja, através da rede de distribuição com vários condutos-mestres que circundam todas as principais áreas da cidade. A água abastecida à população de Assomada é uma água subterrânea, proveniente de aquíferos de rochas vulcânicas.

O tratamento de água nestas duas cidades é efectuado nos principais reservatórios de abastecimento, por adição de produtos químicos, tais como cloro, hipoclorito de cálcio, hipoclorito de sódio ou cal clorada no caso da Central de produção (Electra) com doses de concentração de 100/mg/litro e com períodos de contacto de mais de 20 minutos.

Pensa-se, contudo, que o tratamento de água em Assomada deveria ter um carácter diferente do da cidade da Praia, tendo em conta que os lençóis de água subterrânea provenientes de aquíferos de rochas vulcânicas ou de fontes superficiais devem ser filtrados, com vista a diminuir o teor de partículas, de microorganismos e de matéria orgânica e inorgânica.

Dos 28 parâmetros determinados durante a análise das amostras colectadas em Junho de 2006, verificou-se que um vasto conjunto de parâmetros tem os valores - limites dentro das normas estabelecidas, o que permite afirmar que a água distribuída aos consumidores da Praia e de Assomada esteve em conformidade com os valores limites estabelecidos pela OMS e U E.

Nos resultados de análises de amostras de água colectada no mês de Dezembro de 2006 em Assomada, no furo de exploração FBE 117, detectaram-se parâmetros físico-químicos fora do padrão, com valores de concentração elevadíssimos: - Salinidade - 0,9; Mineralização Total - 1.570; Condutividade - 1.851; Sólidos Totais Dissolvidos - 928;

Cloretos - 2.485; Magnésio - 1.261 e Dureza - 2.200. ( ver o Gráfico 1)

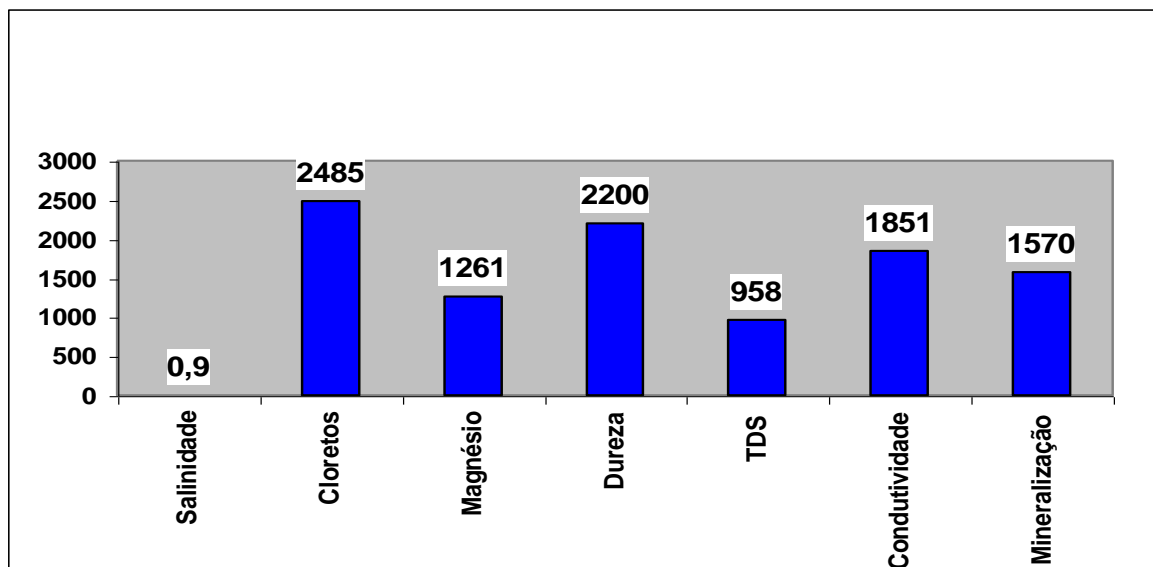


Gráfico 1 Apresentação dos valores dos parâmetros fora dos padrões da OMS

Os resultados das análises da água do furo de exploração acima referido podem estar relacionados com a sobreexploração do furo, ou na bombagem superior ao tempo estabelecido, que é de 24 em 24 horas.

Em todas as amostragens, observou-se que os valores da Dureza, Magnésio e Cálcio eram muito baixos. Nos reservatórios de Monte Babosa, Central de Produção da água dessalinizada e no chafariz de Vila Nova os valores encontrados de Cálcio e Magnésio eram inferiores a uma unidade. (ver os Gráficos 2,3 e 4).

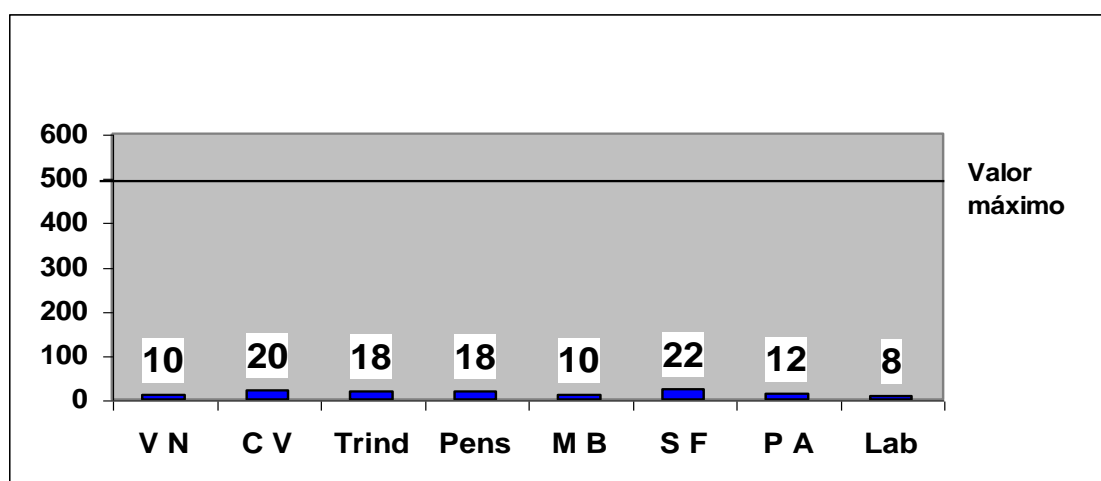


Gráfico 2 Apresentação dos valores do parâmetro Dureza



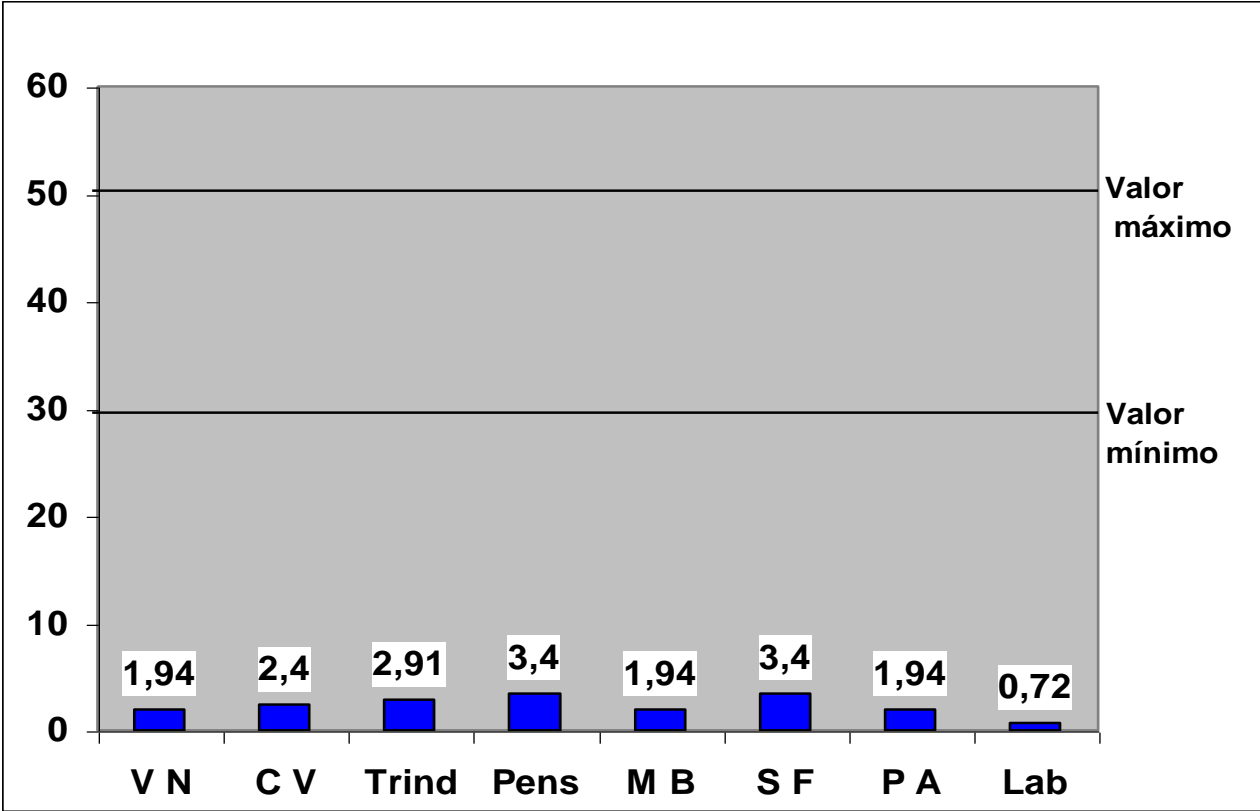
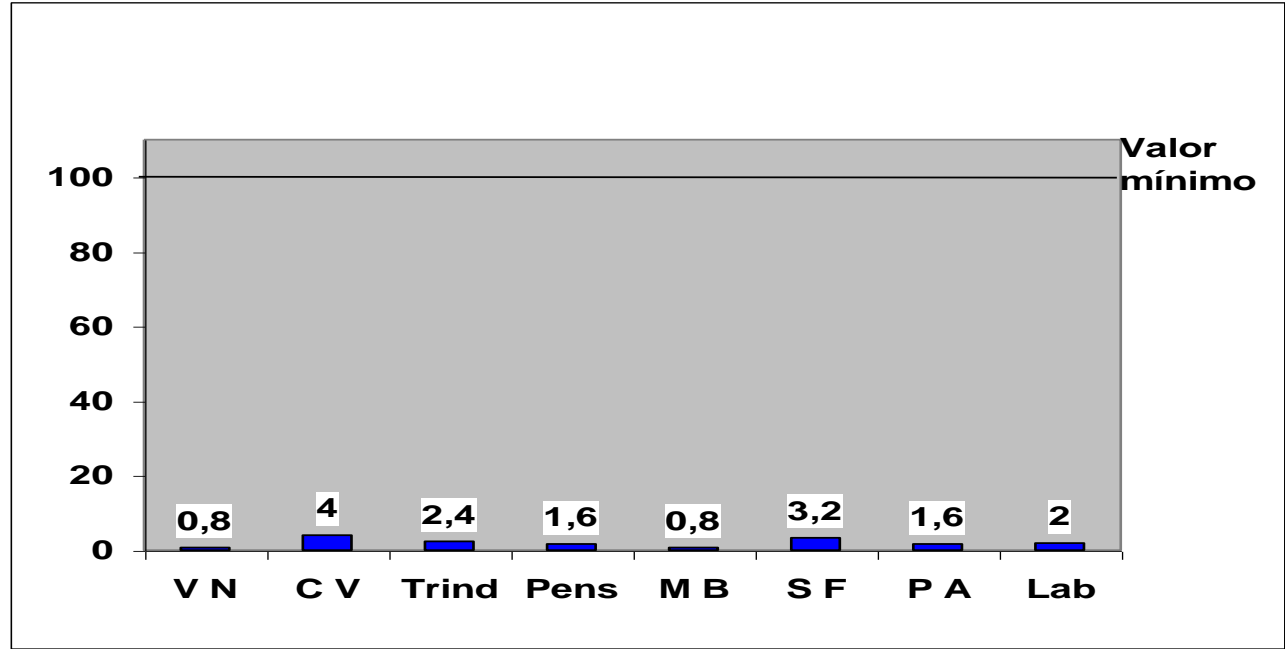


Gráfico 3 – Apresentação dos valores do parâmetro Magnésio

Gráfico 4 – Apresentação dos valores do parâmetro do cálcio



A provável causa desses baixos valores é a fraca percentagem de rochas carbonatadas existente nestas regiões, e também a utilização do processo de dessalinização da água do mar (Osmose Inversa), que retira quase todos os componentes químicos da água.

Um dos aspectos mais preocupantes das amostras analisadas neste estudo foi a elevada concentração de Nitrito, acima dos valores máximos permitidos pela O M S . A presença de Nitrito na água potável pode trazer graves consequências à saúde. No organismo humano, o Nitrito combina-se com a hemoglobina para formar metahemoglobina, impedindo o transporte de oxigénio ao sangue, principalmente em crianças muito pequenas e em idosos, podendo causar cianose intensa (*metahemoglobinemia*) e levar à morte. (ver o Gráfico 5)

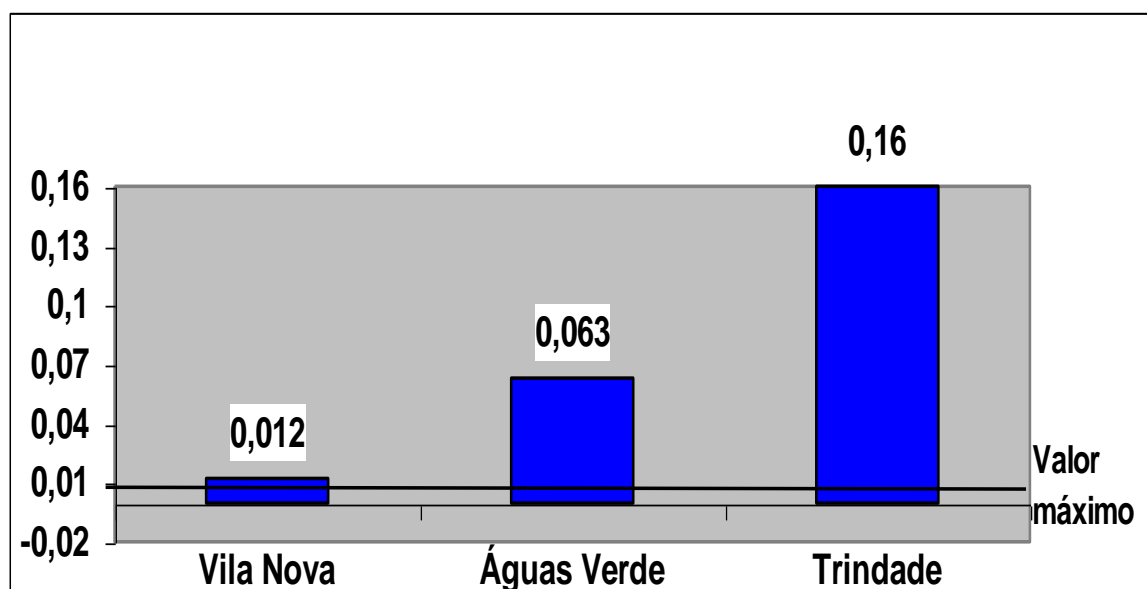


Gráfico 5 – Apresentação dos valores do parâmetro Nitrito

A ocorrência de concentrações elevadas de Nitrito pode ser resultante de derivados de compostos biológicos ou de compostos antropogénicos, nomeadamente despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes.

## **Capítulo IX: CONCLUSÃO**

O estudo realizado a partir das análises organolépticas, físicas e químicas de amostras de água colectadas nos principais reservatórios, furos de exploração e chafarizes de abastecimento às populações das cidades da Praia e de Assomada atendem aos padrões de potabilidade recomendados pela OMS e U. E, com excepção do furo de exploração FBE 117 – Bolanha, em Assomada, em que os resultados da última análise de água colectada não atendem aos padrões da potabilidade recomendado pela OMS e U.E. Essa água é, portanto, imprópria para o consumo humano e pode representar riscos para a saúde.

Os Nitritos são compostos venenosos quando ingeridos em altas concentrações podem trazer graves problemas de intoxicação tanto no ser humano como nos animais.

Considerando que o número de amostras analisadas são insuficientes para pronunciar sobre a qualidade da água consumida nestas duas cidades e alguns parâmetros analisados como nitrito por exemplo, podem estar indicando contaminação, assim é necessário que se dê continuidade a esse trabalho nestas cidades e noutros concelhos do país.

As águas subterrâneas cumprem função importante e, nestas duas cidades, são vitais para o fornecimento de água potável. Por isso, recomenda-se a sua protecção através de eliminação das causas de possíveis contaminações, bem como o uso de filtração, antes da desinfecção, para reduzir, a um nível significativo, o risco de transmissão de parasitas por via do consumo de água.

O consumo humano de água potável representa uma das acções de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade. Como tal, o consumo humano de água que não atenda aos padrões de potabilidade recomendados precisa ser evitado.

É urgente que se incute a análise bacteriológica da água abastecida às populações, tendo em conta que o facto, é a qualidade bacteriológica da água que está mais em risco na grande maioria dos pequenos e médios abastecimentos, em virtude de facilidade de contaminação microbiana.

## **1 Recomendações**

Deve manter-se um sistema de vigilância da qualidade da água, que implique que a pessoa responsável tem sempre acesso às plantas actualizadas das canalizações, dispositivos de captação, de produção, de transporte e de distribuição.

Esse mesmo responsável deve estar igualmente em contacto com os serviços municipalizados e com as autoridades, no sentido de estar informado de incidentes especiais (reparações da rede, acidentes que resultem em poluição ambiental, ou outras).

A limpeza e a desinfecção dos reservatórios de abastecimento deverão ser encarada de forma tão relevante como qualquer outro processo numa instalação de produção de água, e igualmente documentada.

Imperativo ainda é que a água abastecida às populações seja sujeita a análises periódicas para a averiguação das suas características de potabilidade, que dizem respeito aos aspectos físicos, químicos e bacteriológicos, e em particular ao último.

É importante que seja efectuada uma racionalização da distribuição de água potável aos agregados familiares na cidade da Praia, visto que um número significativo de agregados familiares tem apenas cerca de quarenta litros de água por dia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, I. **Santiago de Cabo Verde - A Terra e os Homens**. Lisboa. 1964
- ASSUNÇÃO C. T. **De Geologia da Província de Cabo Verde** - IN Curso de Geologia do Ultramar JIU. Lisboa 1968.
- BEBIANO, BACELAR. **A Geologia do Arquipélago de Cabo Verde** Lisboa.1972
- BRANCO, SAMUEL. **Água**, São Paulo. Editora Moderna, 2000.
- DIAS, J. C. FERREIRA. **Espectroscopia Molecular**. Lisboa. Editora. Fundação Calouste Gulbenkian.1986.
- FAUST. E.C., BEAVER. P.C, JUNG.R.C (1975). **Agentes e vectores animais de doenças humanas**. Lisboa, Editora. Fundação Calouste Gulbenkian.1987
- F..A GONÇALVES FERREIRA. (1967), **Moderna Saúde Pública**. Lisboa, Editora. Fundação Calouste Gulbenkian. 1990.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATISTICA DE CABO VERDE.  
**Recenseamento Geral de População e Habitação**. Praia, 2000
- LLAMAS, M.R.E. CUSTÓDIO. **Hidrologia Subterrânea A**, TOMO I. Barcelona. Editora. OMEGA S. A. 1976.
- LLOYD E. MALM. **Manual de Laboratório para Química, Uma ciência Experimental**. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian 2ª Edição 1997.
- MARCÓ, J. (2001) **Tratamiento de los circuitos de agua en hospitales**. Coleccion técnica CILIT. N.º 14. CILIT S. A. 2004
- MARSILY, GHISAIN. **A Água**. Paris. Editora. Instituto Paiget. 1997
- MOTA, GOMES, ALBERTO. **PNUD em Cabo Verde e o novo Milénio**. 1999
- SERRLHEIRO, ANTÓNIO.**A Geologia de ilha de Santiago Cabo Verde**. Lisboa. 1976
- VON, SPERLING, MARCOS. (1995) **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. Belo Horizonte, 3ª ed. Editora Universidade Federal de Minas Gerais. 2005
- www. OMS. Pt. Página a cessada em 25/10/ 2006

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Página acessada em 25/8/2006

[www.who.int/home/maphtml #Diseases: %20communicableinfectious](http://www.who.int/home/maphtml/#Diseases:%20communicableinfectious). Página acessada em 25/8/2006

[http://www.cetes.gov.br/Indicadores de qualidade das águas](http://www.cetes.gov.br/Indicadores%20de%20qualidade%20das%20aguas). Página acessada em 10/11/2006

[www.paho.org/spanish/hep/HES/wtrDsnfs.pdf](http://www.paho.org/spanish/hep/HES/wtrDsnfs.pdf) . Página acessada em 10/10/2006

## **ANEXOS - 1**

## **ANEXOS - 2**

(Fotografias)





Foto nº01 **Furo FBE 1A** Local: João Varela

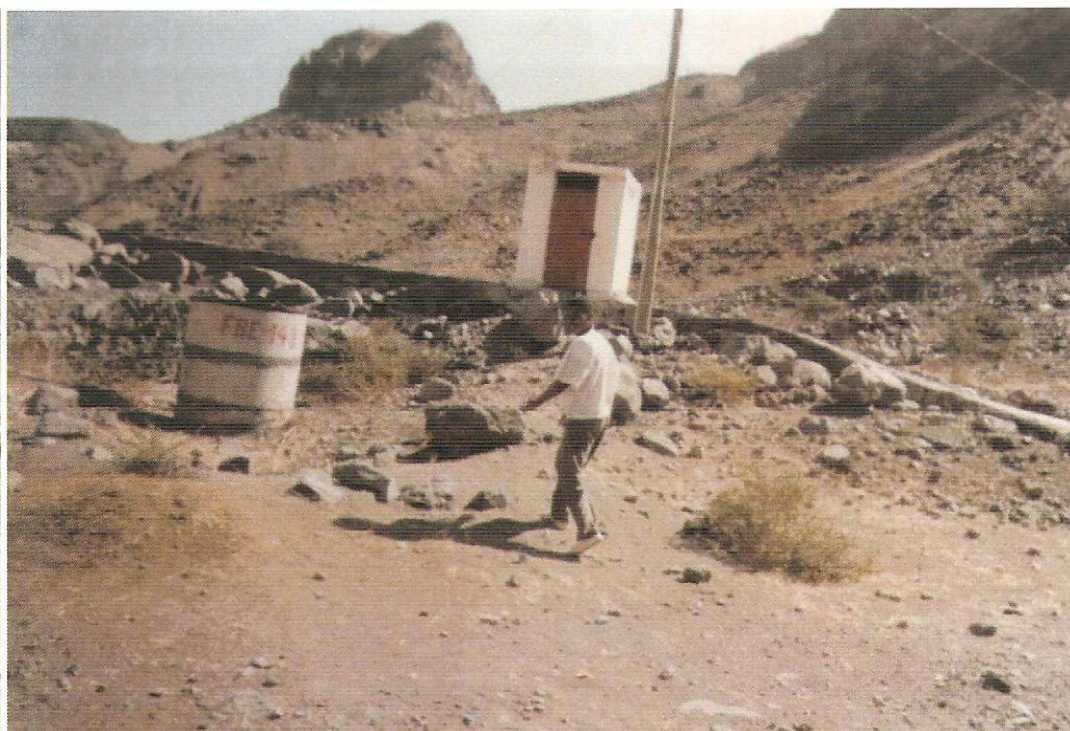


Foto nº02 **Furo FBE 148** Local: Santa Clara



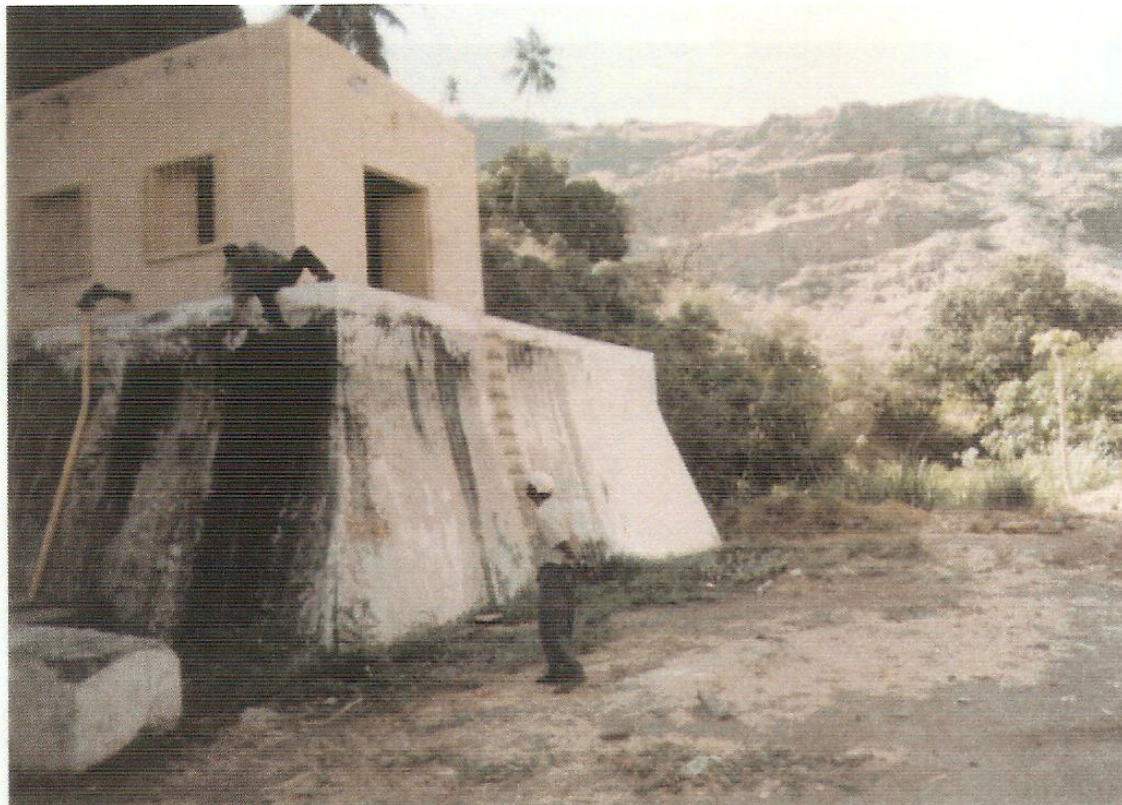


Foto nº03 Reservatório **R74 – 001** Local: Santa Clara



Foto nº04 Reservatório **R74 – 029** Local: Monte Babosa





Foto nº05 **Furo FBE 117** Local: Bolanha – Assomada



Foto nº06 **Furo FBE 100** Local: Achada Galego – Assomada





Foto nº07 **Furo FBE 185** Local: Achada Galego – Assomada



Foto nº08 Reservatório **R72 – 015** Local: Alto Bolanha – Assomada



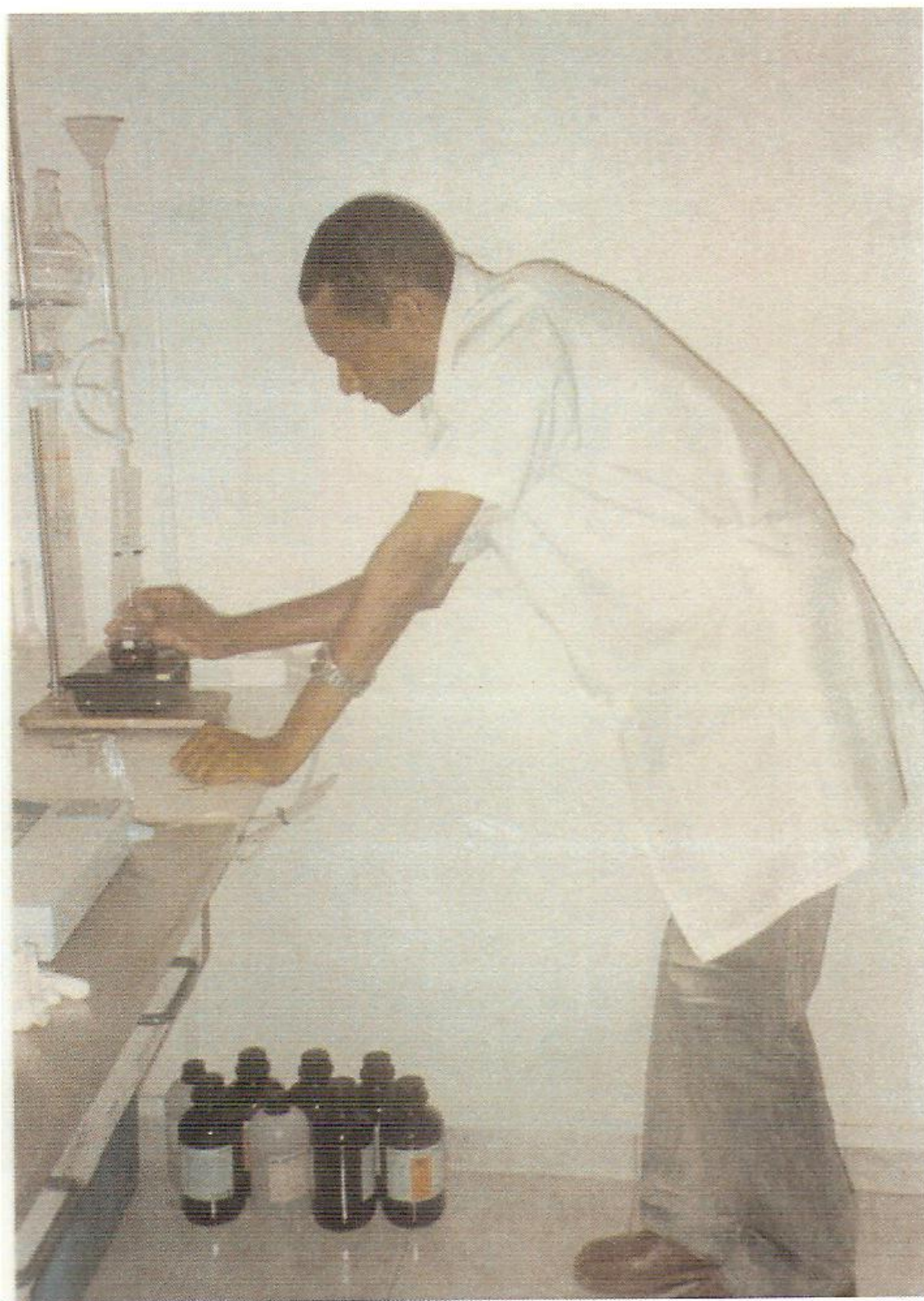


Foto nº09 Determinação dos parâmetros **Dureza, Cálcio e Bicarbonato** Local  
Laboratório INGRH

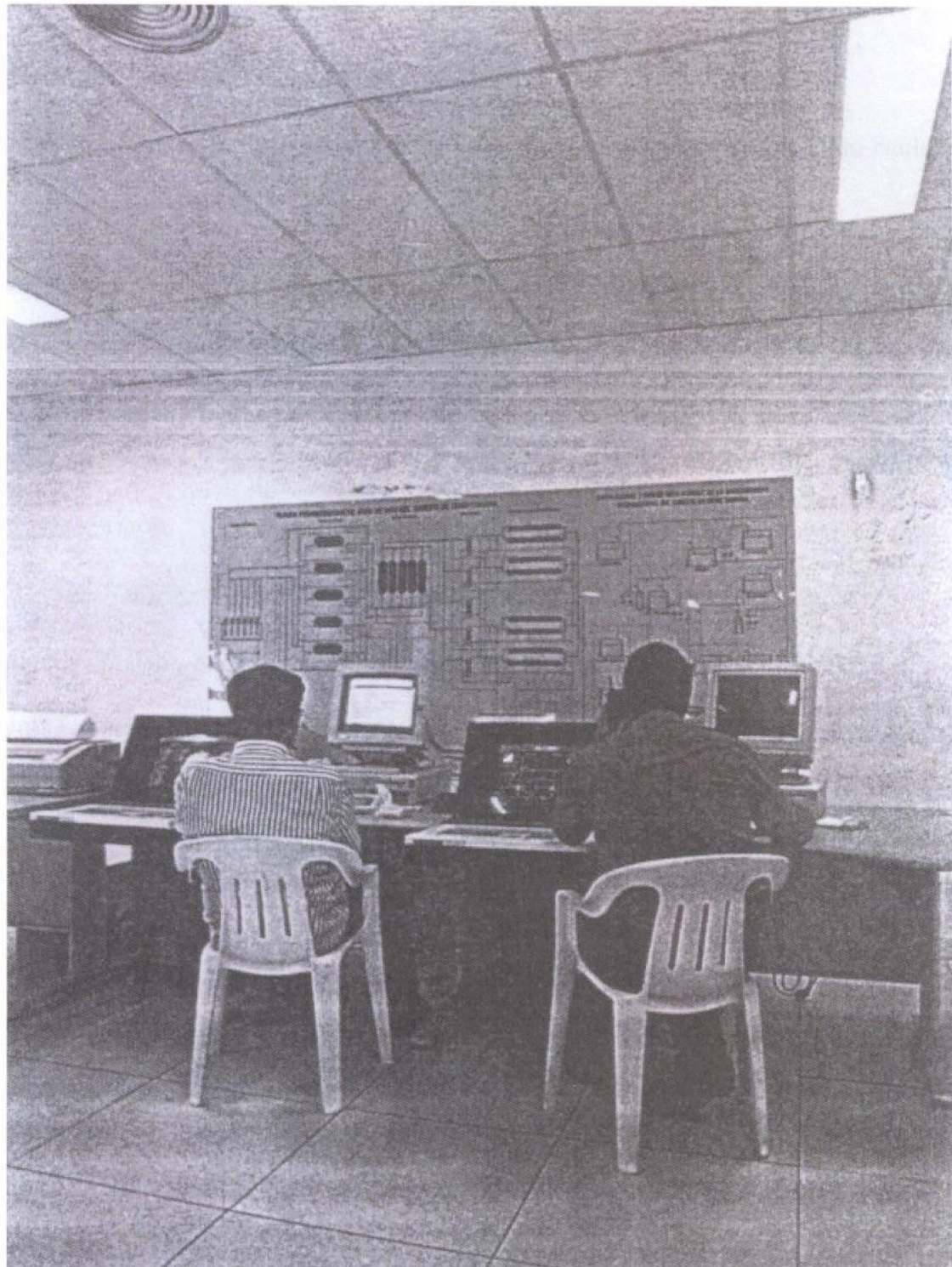


Foto nº 10 Secção do controlo da água potável dessalinizada. Local: Electra





Foto nº 11 Secção de Desinfecção da água com oxido de cálcio Local: Electra



Foto nº 12 Secção de tratamento bacteriológico Local: Electra



Foto nº 13 Barris de cloro ou hipoclorito utilizado na desinfecção da água potável nos reservatórios